جامعة بغداد

كليـــة الهنـــدسة

قسم الهندسة الميكانيكية

أساسيات كراسي التحميل

Basics of Bearings

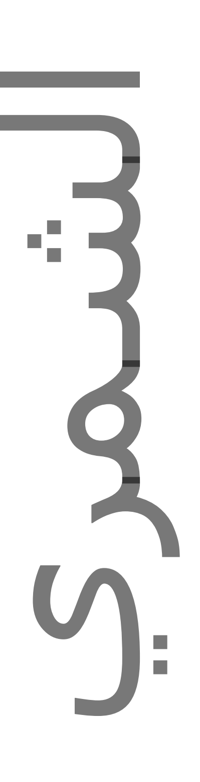
إعداد

أ.م.د. محسن عبدالله الشمري

ك١ ٢٠١٨

أ.م.د. محسن عبدالله الشمري   قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد

المحتويات



المقدمة

ان الحركة الميكانيكية بصورة عامة أما أن تكون حركة خطية (محورية) أو/ و حركة دائرية (شعاعية). ان المساند الخطية أو الدفعية تسمح للحركة على طول خط مستقيم مثل حركة درج عندما يفتح ويغلق. اما المساند الدورانية فتسمح للحركة حول مركز معين مثل العجلة على محور أو محور خلال هاوزنك. ان الأنواع الشائعة من الحركة الدائرية هي الحركة الدورانية باتجاه واحد أو الحركة الترددية.

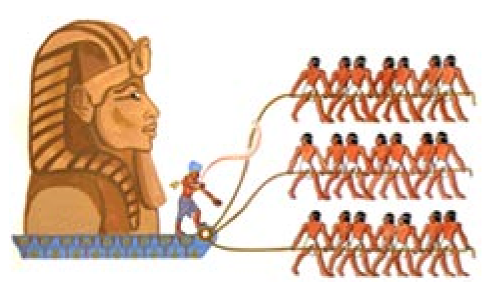
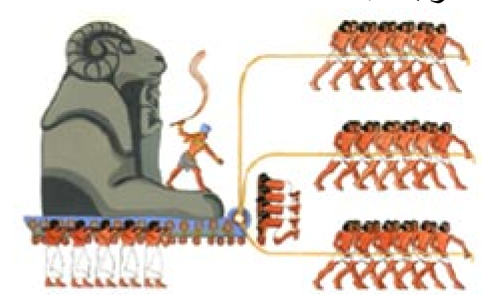
جوهرياً، فأن كراسي التحميل يمكنها تقليل الاحتكاك بواسطة شكلها أو معدنها. عن طريق الشكل بالأستفادة من تقليل أسطح الاحتكاك مثل استخدام الكرات لتتدحرج على بعضها البعض. أما عن طريق المعدن فيمكن ذلك باستخدام المعادن ذاتية التزليق حيث انها تحتوي على المواد المزلقة مثل المعادن المسامية أو المطاط.

من الممكن الحصول على الأرتباط بين الشكل والمعدن في نفس المسند مثال على ذلك حيث يصنع القفص من المطاط التي تستخدم لفصل المتدحرجات أو الكرات بعضها عن العض للتقليل من الأحتكاك عن طريق شكلها وأسلوب الأنهاء.

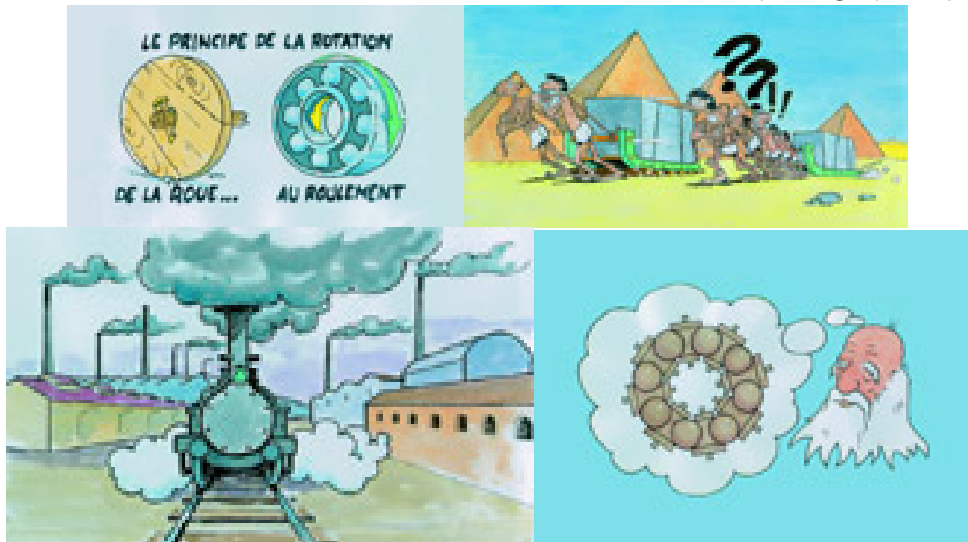
ان نظام الإسناد لايحتوي فقط على كرسي التحميل لكنه يتكون من أجزاء أخرى مرتبطة بالمسند مثل المحور وبيت المسند (هاوزنك). زيت التزليق هو أيضاً جزء مهم جداً من نظام الإسناد لأن له الدور الكبير في منع التآكل وحماية الأجزاء المتحركة من التعرية لغرض الحصول على الأداء الكامل للمسند. بالإضافة الى ذلك تعتبر الأختام (Seals) اجزاء مهمة جداً من أجزاء المسند لأن له دوراً حيوياً جداً في بقاء نظافة المسند أطول فترة ممكنة حيث أن نظافة المسند لها دور مهم في عمر المسند التشغيلي ولهذا أصبحت الأختام والزيوت أحد الأعمال المهمة لشركة SKF.

تاريخ المساند

ان النوع الأقدم من المساند الخطية كان عبارة عن ترتيب من جذوع الشجر مرتب تحت القطعة المنقولة. هذه التقنية قد تؤرخ مع تاريخ بناء الإهرامات وليس هناك دليل أكيد على هذا التأريخ. ان المساند الخطية الحديثة تستخدم نفس المبدأ وفي بعض الأحيان تستخدم الكرات بدلاً من المتدحرجات.

أن أول العناصر المستوية أو المتدحرجة للمساند كانت من الخشب لكن من الممكن استخدام السيراميك والماس الأزرق والزجاج. أما في الوقت الحاضر فيتم استخدام المعادن مثل النحاس والفولاذ وكذلك اللدائن مثل النايلون والتفلون وغيرها. وفي الحقيقة حتى الأحجار تم استخدامها في أشكال مختلفة كما حصل في ساعات الجيب ذات الجواهر فقد استخدمت الأحجار لتخفيض الأحتكاك وللسماح بالحركة الأنعم. بالطبع في الساعات الميكانيكية القديمة فكلما كان المل ناعم كلما كانت الساعة أدق وأكثر قيمة.
الخشب مازال من الممكن رؤيته لحد الآن في الطواحين المائية القديمة التي يلعب فيها الماء دوراً كبيراً كزيت تزليق وكتبريد للمساند.



ان المساند الدوارة مطلوبة لتطبيقات عديدة من الأعمال الثقيلة كما في معامل السمنت والسيارات ال الساعات الصغيرة. ان أبسط الأنواع الدوارة من المساند هي المحمل الكمي (Sleeve Bearing) الذي هو فقط عبارة عن اسطوانة موضوعة بين العجلة ومحورها. ثم تبعها نوع المساند المتدحرجة والتي فيها تم استبدال الأسطوانة بمتدحرجات اسطوانية عديدة. كل واحدة من هذه الأسطوانات تعمل كعجلة مفردة. النوع الأول من المساند الذ يحوي قفص يحمل الكرات قد اخترع من قبل فنان في تصميم الساعات اسمه جون هاريسون في التـه الدقيقة جداً لضبط الزمن في عام ١٧٦٠ م.

ان اقدم مثال على استخدان الخشب هو مس كروي من الخشب الذي يسند منضدة دوارة وقد اكتشف ذلك من بقايا سفينة رومانية مصنوع عام ٤٠ ق.م. كما قيل ان ليوناردو دافنشي هو مخترع لأحد أنواع المساند الكروية حوالي عام ١٥٠٠م . ان أحد الأمور الموجودة في المساند الكروية هي قدرتها على الأحتكاك فيما بينها مسببة احتكاك اضافي والذي من الممكن منعه باستخدام الأقفاص. ان المساند التي استخدمت الأقفاص اكتشفت أول مرة بواسطة غاليلو عام ١٦٠٠م. ان أول براءة اختراع تعلقت بممر المتدحرجات (ball race) كانت من قبل كارمارثين في عام ١٧٩٤م.

شكلت فكرة فريدريك فشر عام ١٨٨٣م في تفريز الكرات وتنعيمها لتصل الى أحجام متساوية تماماً وعلى شكل كرة دقيق بواسطة طريقة تصنيع مناسبة شكلت الأساس في خلق صناعة مستقلة للمساند.

ان المسند ذاتي الأصطفاف الحديث ينسب الى سفين ونكوست (Sven Wingquist) في شركة SKF لصناعة المساند عام ١٩٠٧م.

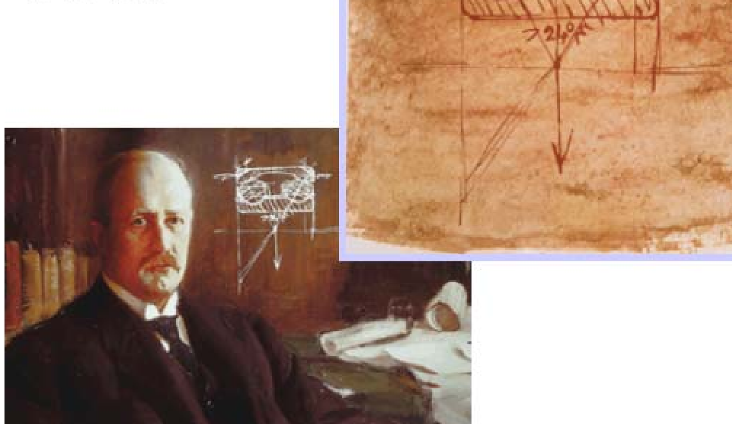
هنري تمكن (Henry Timken)هو صاحب براءة الأختراع الخاصة بالمساند ذات المتدحرجات الميتدقة (Tapered Roller Bearings) في عام ١٨٩٨م. وفي العام الذي يليه أسس شركة لأنتاج اختراعه. وخلال القرن نفسه تطورت الشركة لأنتاج كل أنواع المساند وخاصة الفولاذية.

سكة الحديد الثلجية

أن أقدم عمل كان مع المساند ذات الضغط العالي (المساند المضغوطة) (Pressurized Bearings) يعود الى تاريخ ١٨٧٨م بواسطة معرض باريس الصناعي الذي أعطى الجمهور احد لمحاته الأولى للمساند المضغوطة. في المعرض كان هنال هيكل حديدي بأربع سيقان موضوع على صفيحة فولاذية وعن طريق ضخ الزيت بواسطة السيقان وبضغط مناسب كافي لجعل الهيكل يطوف على الصفيحة. وبالنتيجة يتحك الهيكل بدون احتكاك كما تتحرك عربة على الجليد لذلك سميت بالسكة الثلجية.

تاريخ الـ SKF (History of SKF)

لقد وجدت الـ SKF (**Swedish Aeroengine Bearings Company**) في عام ١٩٠٧ . ابتدأت الشركة عملها بعد براءة اختراع على المساند ذاتية التعديل (Self-aligning ball bearing). في عام ١٩١٢ للشركة تمثيل في ٣٢ دولة وفي ١٩٣٠ فأنها تمتلك كادر بعدد ٢١٠٠٠ موظف يعملون في ١٢ معمل في العالم. أسار جابريلسون مدير مبيعات في الشركة هو أحد مؤسسي شركة سيارات فولفو. ان شركة SKF مولت انتاج أول ١٠٠٠ سيارة من سيارات فولفو في عام ١٩٢٧.







في عام ١٩١٠ امتلكت معمل و٣٢٥ موظف منه ١٥% يعملون خارج السويد.
في عام ١٩١١ امتلكت أول معمل خارج السويد في بريطانيا.
في عام ١٩١٣ تشكل لها فرع ومعمل في الدنمارك
في عام ١٩١٤ فتح لها فروع في النرويج وبلجيكا و هولندا و روسيا ومتجر بيع في جنوب افريقيا.
في عام ١٩١٥ صنعت المسند احادي الصف ذو اخدود عميق.
في عام ١٩١٨ اخترع (ارفيد بالمغرن) المسند المتدحرج الكروي (spherical roller Bearing)

في عام ١٩١٩ أصبحت مبيعاتها ٦,٥ مليون مسند.
في عام ١٩٢٦ بدأت شركة فولفو (أحد فروع SKF) بانتاج السيارات التجريبية.
في عام ١٩٣٠ تمتلك الشركة ١٢ معمل و ٢١٠٠٠ موظف منهم ٦٦% يعملون خارج السويد.
في عام ١٩٣٤ بدأ انتاج المسند احادي ومزدوج الصفوف من المساند ذات التماس الزاوي.
في عام ١٩٣٥ أصبحت شركة فولفو مستقلة عن SKF
في عام ١٩٣٨ انتجت وحدات محور المسند لمساند عجلات السيارة المزدوج الصفوف زاوي التماس.
في عام ١٩٤٠ اخترعت المساند الدفعية ذات المتدحرجات الكروية.
في عام ١٩٤٣ افتتحت مكاتب فرعية في البرازيل والأرجنتين.
في عام ١٩٤٨ اعيد الأنتاج بعد الحرب العالمية الثانية.
في عام ١٩٥٠ اصبح عدد المعمل ١٢ وبعدد من الموظفين يبلغ ٣١٠٠٠ منهم ٦٦% يعملون خارج السويد. بدأ بناء أبنية معامل في فرنسا وأسبانيا.
في عام ١٩٥٧ أكملت الشركة واحد من أكبر المعامل في تاريخ الشركة في موقع كوذنبيرغ.
في عام ١٩٦٣ افتتح مركز بحوث في امريكا.
في عام ١٩٦٤ تم بناء معمل مساند تدحرجية في الهند.
في عام ١٩٧٠ أصبح عدد المعامل ٦٨ معمل و ٦٧٠٠٠ موظف منهم ٧٨% يعملون خارج السويد.
في عام ١٩٧٢ افتتحت مركز بحوث في هولندا.
في عام ١٩٨٦ امتلكت شركة MRC الأمريكية.
في عام ١٩٨٨ نالت الشركة شركة المساند الأسترالية وشركة أخرى في بريطانيا. بدأت كلية هندسة SKF بالعمل.
في عام ١٩٨٩ امتلكت شركة تقنيات بالومار الدولية التي تنتج أجهزة مراقبة المساند وأعيد تسميتها الى SKF Condition Monitoring.
في عام ١٩٩٠ امتلكت شركة Chicago Rawhide (CR) لصناعة Oil Seals.
في عام ١٩٩٤ افتتحت SKF مخزن مركزي في بلجيكا بأسم مركز توزيع SKF الأوربي.
في عام ١٩٩٥ تمتلك الشركة ٩٠ معمل و ٤٤٠٠٠ موظف منهم ٨٤% خارج السويد.
في عام ١٩٩٧ أصبحت هناك أعمال مشتركة في الصين أحدها لصناعة ومبيعات المحامل المتدحرجة الكروية مشتركة مع مجموعة (Wafangdian Group) المنتج البارز في الصين والأخرون شركة جديدة لصناعة الأختام Oil Seals مع شركة شيكاغو و ANZAG.
في عام ٢٠٠٠ امتلكت SKF شركة صيان سكوتلاندية. تقرر الأشتراك مع شركة Brembo لتطوير منظومة التوقف الألكتروميكانيكية (electro-mechanical braking system).

اختيارالكراسي التدحرجية (Selection of Bearings)

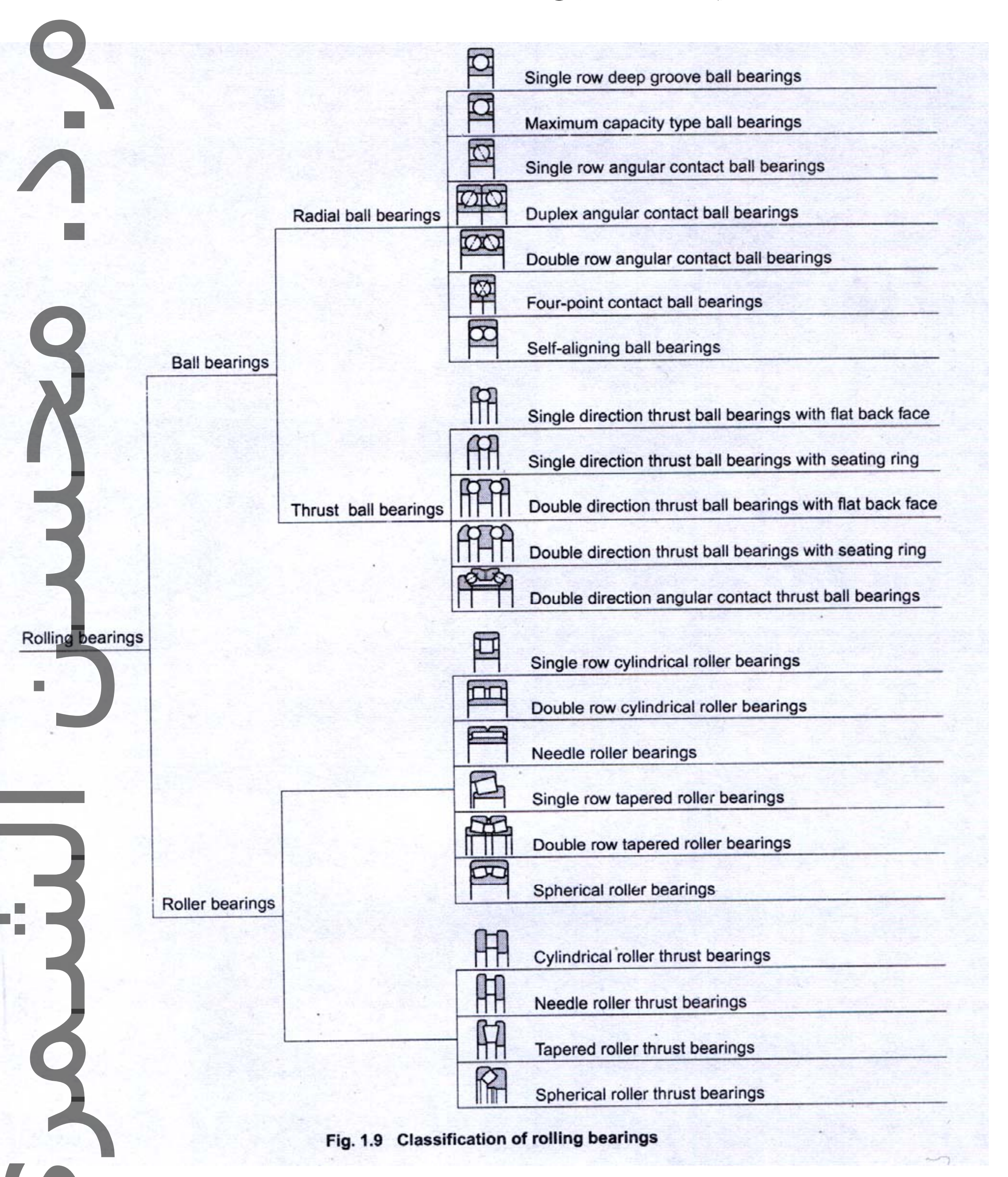
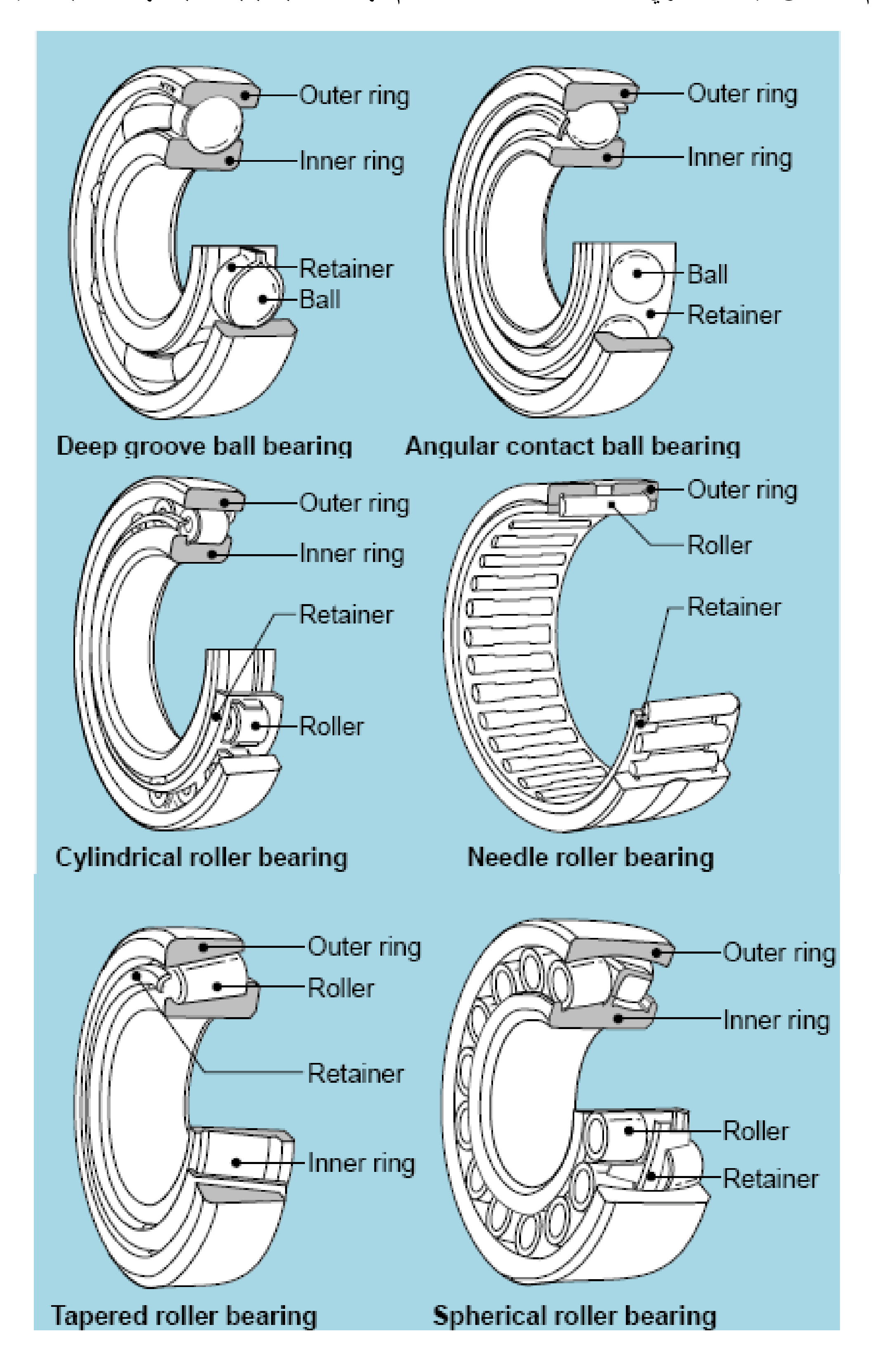
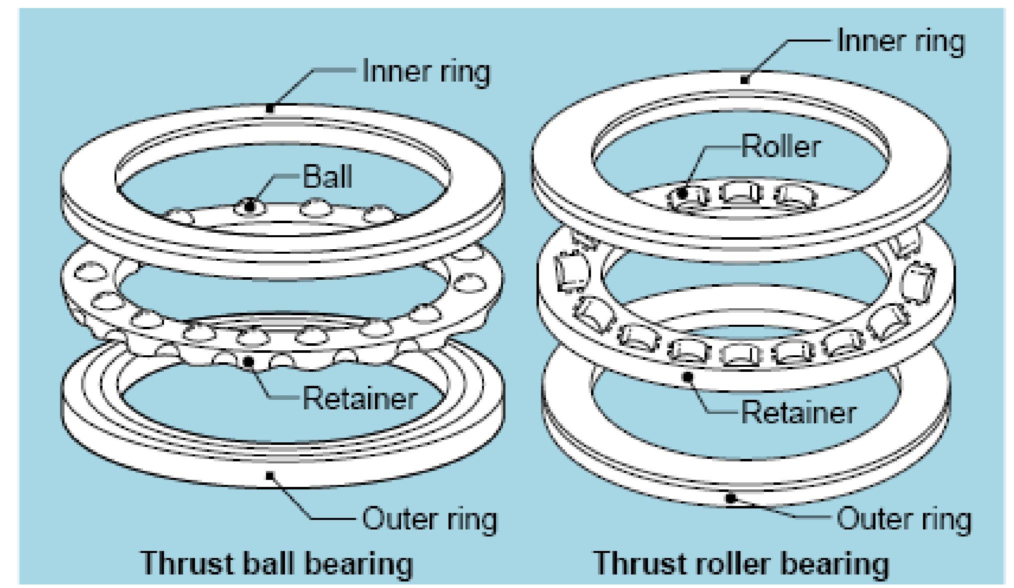


Fig. 1.9 Classification of rolling bearings


Outer ring
Inner ring
Retainer
Ball
Deep groove ball bearing
Outer ring
Inner ring
Ball
Retainer
Angular contact ball bearing
Outer ring
Inner ring
Retainer
Roller
Cylindrical roller bearing
Outer ring
Roller
Retainer
Needle roller bearing
Outer ring
Roller
Retainer
Inner ring
Tapered roller bearing
Outer ring
Inner ring
Roller
Retainer
Spherical roller bearing



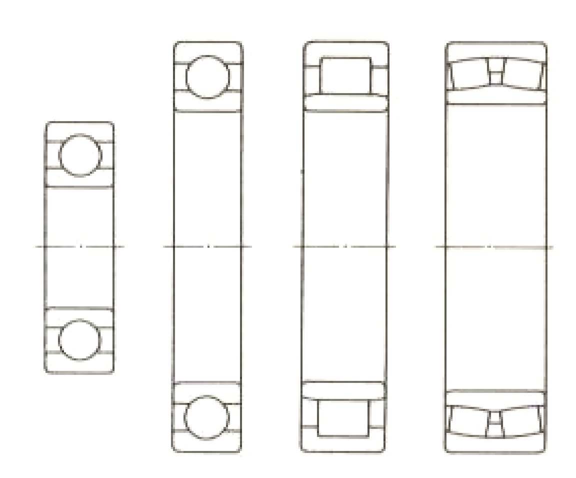
اختيار نوع المسند

كل نوع من أنواع المساند له المواصفات المميزة الخاصة به والتي تجعله مناسباً لتطبيق معين. ليس من الصعب وضع قواعد عامة قابلة للتطبيق لاختيار نوع المسند حيث ان هناك عوامل متعددة يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار وتقيم نسبة إلى بعضها البعض.

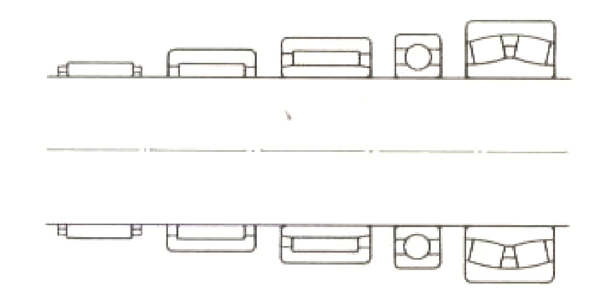
التوصيات التي سوف يأتي ذكرها لاحقاً سوف تفيد في تعيين تلك العوامل التي ستؤخذ بنظر الاعتبار عند اختيار نوع المسند.

أولاً : الحيز المتوفر

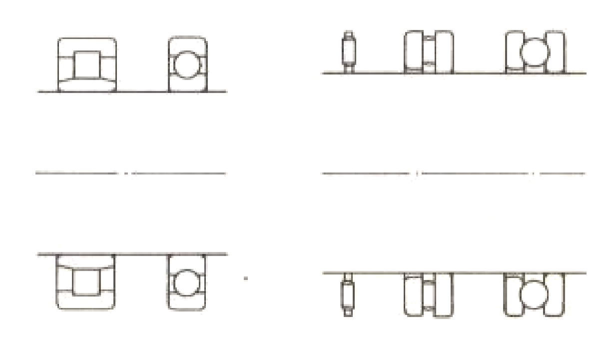
في حالات متعددة هناك على الأقل بعد واحد من أبعاد المسند (القطر الداخلي عادة) محسوب مسبقاً عند تصميم الماكنة التي هو جزء منها. يتم عادة اختيار المساند الكروية ذات الأخدود العميق (Deep Groove Ball Bearings) للأعمدة ذات الأقطار الصغيرة نسبياً بينما يتم اختيار هذا النوع من المساند بالإضافة إلى مساند المدحرجات الاسطوانية (Cylindrical Roller Bearings) ومساند المدحرجات الكروية (Spherical Roller Bearings) للاستخدام في الأعمدة ذات الأقطار الكبيرة.



إذا كانت المسافة الشعاعية (Radial Space) محددة فأن المساند ذات المقاطع المنخفضة الارتفاع سوف تكون مناسبة جداً مثل مساند المدحرجات الأبرية بحلقة أو بغير بحلقة (Needle Roller Bearings) أو سلسلة من بعض أنواع المساند الكروية.



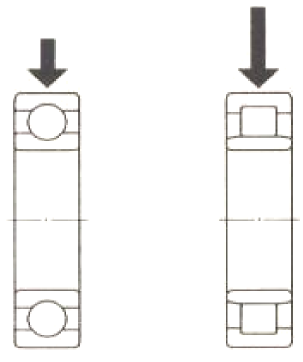
أما اذا كان الحيز المحوري (Axial Space) قليل أو محدود فيمكننا استخدام المساند الضيقة (Narrow Bearings) أو بعض أنواع المساند الكروية ذات الصف الواحد (Single Row Ball Bearings) أو المساند المدحرجة ذات الصف الواحد (Single Row Roller Bearings).



ثانياً : الأحمال المسلطة

١- قيمة الحمل المسلط

هذا العامل يحدد عادة حجم المسند المستخدم في تطبيق معين. بصورة عامة فأن المساند المدحرجة (Roller Bearings) تستطيع اسناد قيم أكبر من الأحمال المسلطة أكثر من المساند الكروية (Ball Bearings) ، لذلك فأن النوع الأخير يستخدم لإسناد الأحمال الخفيفة والمعتدلة بينما في الأحمال الثقيلة والأعمدة ذات الأقطار الكبيرة فأن المساند المدحرجة (Roller Bearings) هي البديل الوحيد.



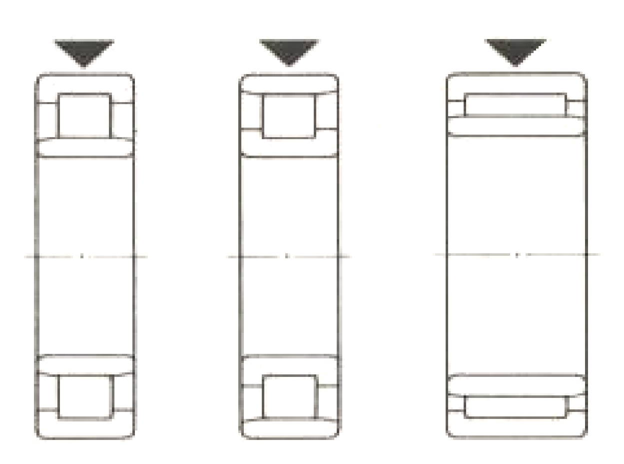
٢- اتجاه الحمل المسلط

الحمل الشعاعي (Radial Load)

الأنواع الآتية هي الوحيدة التي يمكنها اسناد الأحمال الشعاعية:-

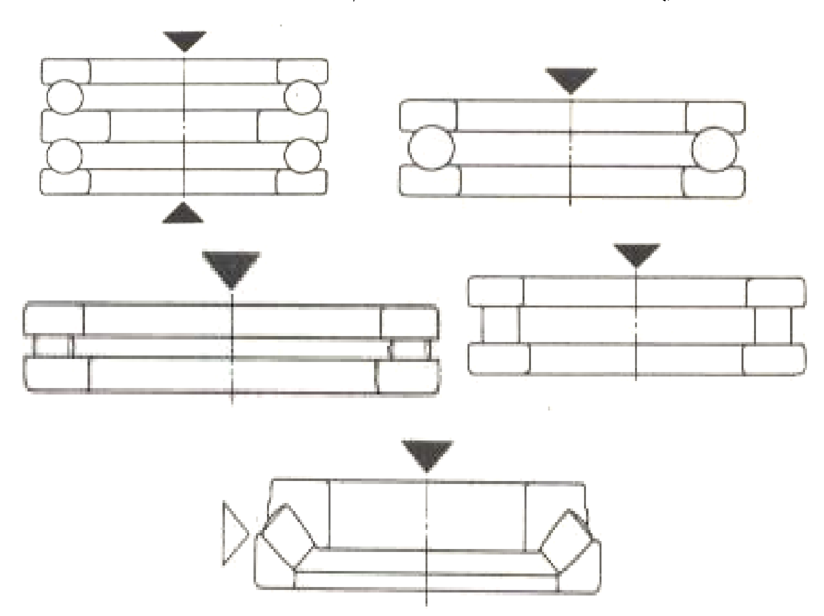
- المساند ذات المدحرجات الأسطوانية بحلقة واحدة وبدون شفة (Cylindrical Roller Bearings having one ring without flanges type N and NU).
- مساند المدحرجات الأبرية (Needle Roller Bearings) ماعدا المساند المشتركة الأبرية/الكروية (Needle Roller/Ball) أو المشتركة الأبرية الدفعية (Needle Roller/Thrust Bearings).

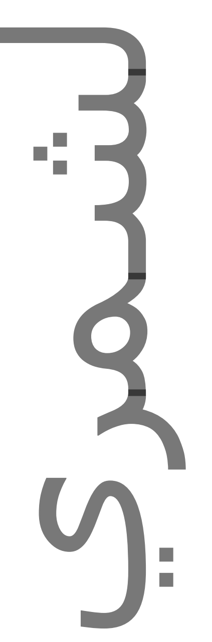
أما بقية الأنواع من المساند الشعاعية (Radial Bearings) فيمكنها اسناد بعض من الحمل المحوري (Axial Load) بالاضافة الى الحمل الشعاعي (Radial Load).



الحمل المحوري (Axial Load)

المساند الكروية الدفعية (Thrust Ball Bearings) هي الأكثر ملائمة وهي الوحيدة المستخدمة في إسناد الأحمال المحورية المطلقة. المساند الكروية الدفعية ذات الاتجاه الواحد (Single Direction Thrust Ball Bearings) يمكنها إسناد الأحمال باتجاه واحد فقط، بينما المساند الكروية الدفعية ذات الاتجاهين (Double Direction Thrust Ball Bearings) يمكنا إسناد الأحمال بالاتجاهين. المساند الاسطوانية الدفعية (Cylindrical Thrust Bearings) والمساند الأبرية الدفعية (Needle Thrust Bearings) يمكنها إسناد الأحمال المحورية الثقيلة باتجاه واحد. إن المساند الدفعية ذات المدحرجات الكروية (Spherical Roller Thrust Bearings) (بالاضافة إلى إسنادها الأحمال المحورية الثقيلة جداً) يمكنها إسناد بعض الأحمال الشعاعية بصورة متزامنة مع الأحمال المحورية.



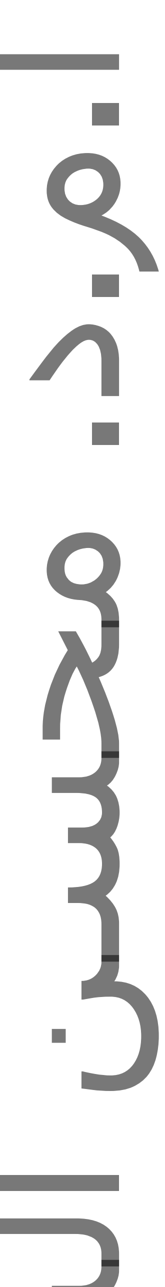


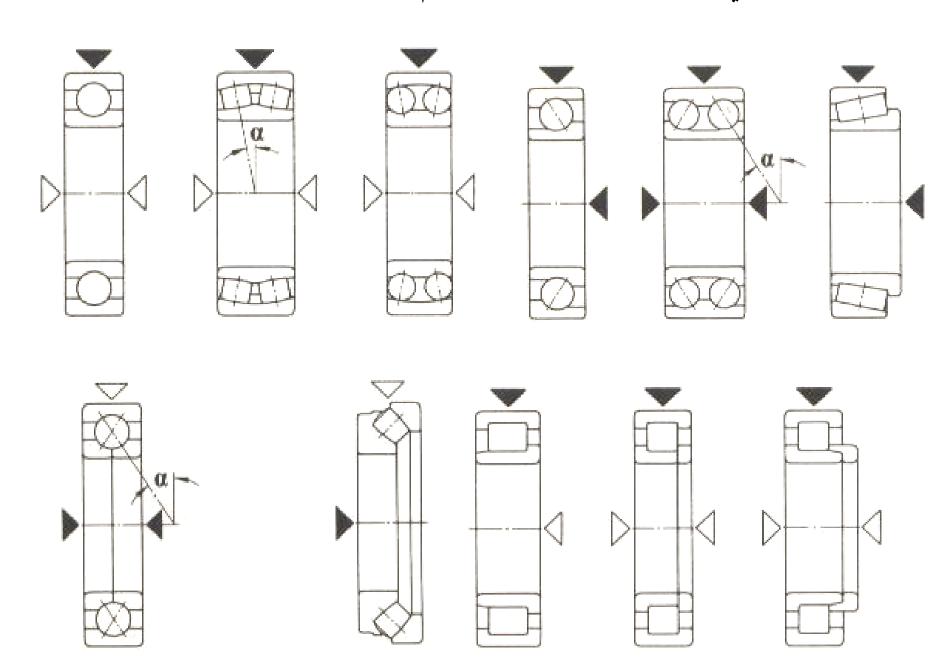
الأحمال المركبة (Combined Load)

يتكون الحمل المركب من الحمل الشعاعي (Radial Load) والحمل المحوري (Axial Load) يؤثران على المسند في نفس الوقت. إن العامل الرئيسي الذي يؤثر على قدرة المسند في إسناد الحمل المحوري هي زاوية التماس α كما مبين في الشكل أدناه. وكلما زادت قيمة هذه الزاوية كلما كان المسند أكثر ملائمة لإسناد الحمل المحوري. ان عامل الحمل المحوري Y (Axial Load Factor) يقل بزيادة قيمة الزاوية α وكذلك فأنه يعطي مؤشراً للقدرة النسبية للمسند لإسناد الأحمال المحورية. البيانات التي تخص عامل الحمل المحوري Y (Axial Load Factor) تعطى عادة مع الجداول التي تخص هذا النوع من المساند.

ان أنواع المساند التي يمكن استخدامها لإسناد الحمل المركب هي:-

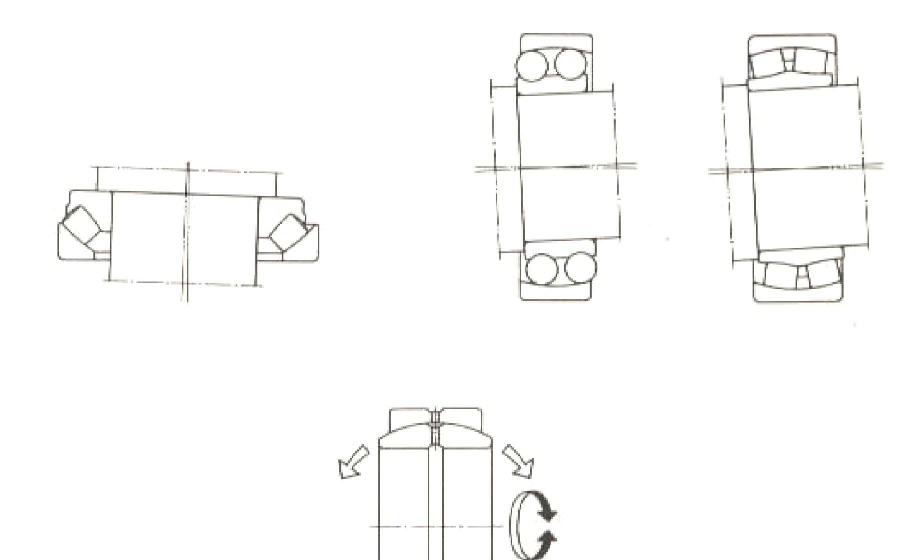
- المساند الكروية بتماس زاوي بصف أو صفين من الكرات (Single and Double Row Angular Contact Ball Bearing).
- مساند المدحرجات المستدقة (Taper Roller Bearings)
- المساند الكروية ذات الأخدود العميق (Deep Groove Ball Bearings)
- محامل المدحرجات الكروية (Spherical Roller Bearings)
- المساند الكروية ذات الاصطفاف الذاتي (Self-Aligning Ball Bearings)
- مساند المدحرجات الأسطوانية (Cylindrical Roller Bearings type NJ, NUP, NJ with angle ring HJ)





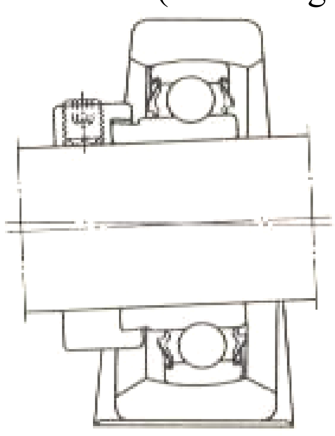
ثالثاً : اختلاف المحاذاة (Misalignment)

عندما ينحرف محور العمود (Shaft Axis) نسبة إلى المحور المركزي لعلبة المسند (Bearing Housing) فأن المساند القادرة على التعامل مع هذا الانحراف هي المفضلة جداً في هذه الحالة. هذه المساند هي المساند الكروية ذاتية المحاذاة (Self-Aligning Ball Bearings) وكذلك محامل المدحرجات الكروية الدفعية (Spherical Roller Thrust Bearings).



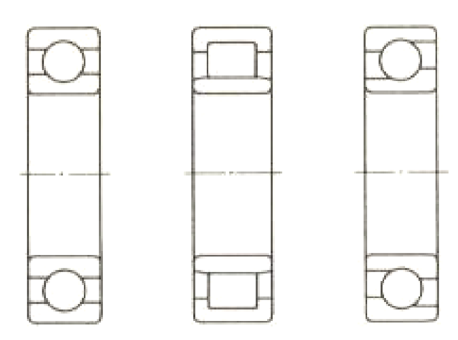
من الممكن أن يكون سبب المحاذاة الخاطئة هو انحرافات العمود نفسه بسبب الأحمال المسلطة عليه. أو عندما يكون من الصعب تشغيل مقاعد علب المسند (Bearing Housing Seating) وتنصيبها في مكانها مرة واحدة أو عندما تكون المسافة بين المقاعد كبيرة جداً.

في الجداول الخاصة بهذا النوع من المحامل يجب أن يذكر الحد المسموح به لعدم المحاذاة. من الأنواع الأخرى التي يمكنها تعديل هذا الانحراف ذاتياً هي المحامل الكروية الدفعية (Thrust Ball Bearings) المزودة بفلكات كروية العلب (Spherical Housing Washers) وأيضاً المحامل الكروية على شكل Y (Y-Bearings) . كما ملاحظ بالشكل أدناه.



رابعاً : السرعة (Speed)

ان السرعة التي يمكن أن يدور بها المسند المدحرج تكون محدودة بدرجة حرارة التشغيل. فالمساند القليلة الاحتكاك وبالتالي الواطئة في توليد الحرارة الداخلية تكون مناسبة للسرع العالية.عندما يكون الحمل المسلط من نوع الأحمال الشعاعية (Radial Loads) ، فأن السرع الأعلى يمكن الحصول عليها باستخدام المساند الكروية ذات الأخدود العميق (Deep Groove Ball Bearings) أو مساند المدحرجات الأسطوانية ذات الأخدود العميق (Deep Groove Cylindrical Roller Bearings) . أما للأحمال المركبة فأن المساند الكروية ذات التماس الزاوي (Angular Contact Ball Bearings) هي الأكثر ملائمة للاستخدام.

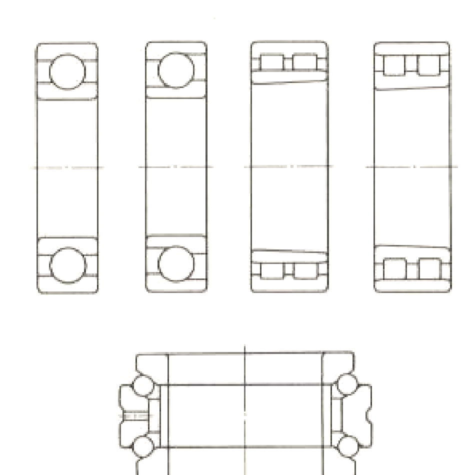


خامساً : الدقة العالية (Precision)

ان المساند المدحرجة التي تمتلك درجة عالية من الدقة تكون مرغوبة الاستخدام أكثر من العادية عندما تكون هنالك طلبات صارمة من ناحية دقة العمل مثل محاورمسك العدة في المكائن (Machine Tool Spindles) وكذلك للأعمدة التي تدور بسرع عالية جداً. الدقة التي ينتمي اليها أي نوع من أنواع المحامل يجب أن تذكر قبل الدخول في الجدولة لهذا النوع.

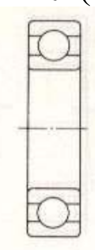






سادساً : الدوران الصامت (الإجراء الصامت) (Silent Running)

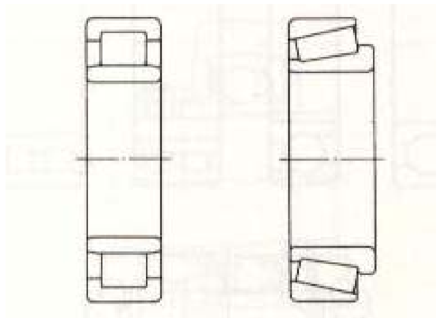
ان المحامل المدحرجة تصدر ضوضاء قليلة جوهرياً لذلك فهي تستخدم في المحركات الكهربائية لأن هذا العامل مهم جداً في هذا المجال. من الممكن أيضاً استخدام المحامل الكروية ذات الأخدود العميق (Deep Groove Ball Bearings) لهكذا نوع من التطبيقات.



سابعاً : الجساءة (Stiffness)

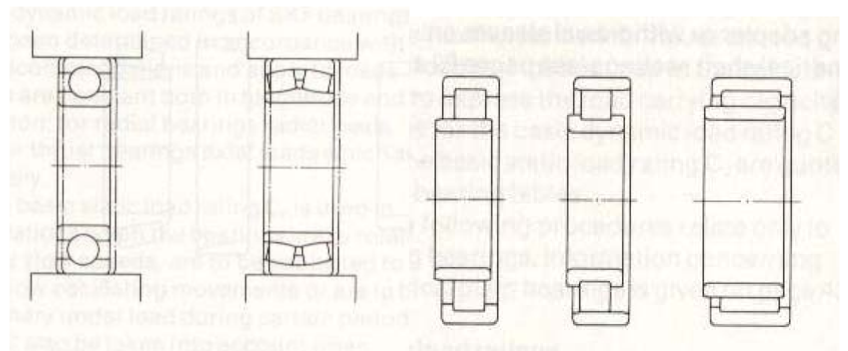
ان التشوهات المرنةُ Elastic Deformation في المساند المدحرجة قليلة جداً وفي أغلب الأحيان تهمل. بينما في بعض التطبيقات تكون جساءة المسند مهمة مثل محاور العدد في المكائن (Machine Tool Work Spindles) .

بسبب المساحة الكبيرة للتماس السطحي بين الأجزاء المتدحرجة ومجرى هذه الأجزاء مثل مساند المدحرجات الأسطوانية (Cylindrical Roller Bearing) ومساند المدحرجات المستدقة (Taper Roller Bearing) فأنها تمتلك جساءة عالية جداً مقارنة بالمحامل الكروية (Ball Bearing). يمكن تحسين قيمة الجساءة بواسطة استخدام طريقة التحميل المتقدم (Preloading).



ثامناً : الزحف المحوري (Axial Displacement)

ان الترتسب الاعتيادي لأي مسند لإسناد عمود أو أي جزء آخر من الماكنة يشمل مسند ثابت (Fixed) ومسند حر (Free). المساند الحرة ممكن أن توضع بحيث تمنع الالتصاق (الكمش) بالاتجاه المحوري (Axial Nipping) كنتيجة مثلاً للتمدد الحراري للعمود.
ان الأنواع التي من الممكن استخدامها في هذه الأماكن هي محامل المدحرجات الاسطوانية بحلقة واحدة (Single Ring) وبدون حافات نوع (NU و N) وأيضاً محامل المدحرجات الأبرية Needle Roller Bearing .



تاسعاً : تثبيت المسند وإزالته Mounting and dismounting

المساند ذات الثقب الأسطواني

إن حلقات المساند القابلة للتجزئة مثل (مساند المدحرجات الأسطوانية ومساند المدحرجات الأبرية ومساند المدحرجات المستدقة) تثبت بصورة انفرادية. لذلك عندما يكون التوافق المستخدم من نوع التوافق التداخلي (Interference Fit) لكلا الحلقتين أو عندما يكون المطلوب هو عملية تناوب مستمرة بين التثبيت والإزالة فأنه من السهولة استخدام الأنواع السابقة الذكر أفض من أستخدام المساند الغير قابلة للتجزئة مثل (مساند الكريات ذات الأخدود العميق ومساند الكريات ذات التماس الزاوي و مساند الكريات ذاتية المحاذاة ومساند المدحرجات الكروية)

المساند ذات الثقب المستدق

من السهل تثبيت وإزالة المساند ذات الثقوب المستدقة على المقاعد المستدقة أو عند استخدام الوصيلة (Adapter) أو عند استخدام أنبوبة السحب (Withdrawal Sleeves) .

اختيار حجم المسند

سعة إسناد الحمل وعمر المسند Load Carrying Capacity and Life

ان حجم المسند المطلوب استخدامه لتطبيق معين يتم اختياره على أساس سعة إسناده للأحمال المسلطة والمتطلبات المتعلقة بالعمر والمعولية. القيم العددية المسماة تخمين الحمل الأساس (Basic Load Rating) مستخدمة في الحسابات للتعبير عند سعة اسناد المسند للأحمال.
ان قيم تخمين الأحمال الأساسية الديناميكية C والستاتيكية C_o تؤخذ من جداول المساند.

تخمين الحمل الأساس Basic Load Rating

ان تخمين الحمل الأساس الديناميكي (الحركي) C يستخدم للحسابات التي تتضمن المساند المجهدة ديناميكياً مثل اختيار المساند التي تعمل تحت تأثير الأحمال. ان هذه القيمة تعبر عن تقدير العمر الأساس عندما يدور المسند مليون دورة. ان هذه القيم محسوبة على أساس المواصفة ISO 281 ومعدلة لكي تلائم المواد الحديثة المستخدمة في مجال المساند الانزلاقية.

أما قيمة تخمين العمر الأساس الستاتيكي (الساكن) C_o فتستخدم في حسابات المساند ذات السرع الواطئة أو مساند ذات الحركة التذبذبية البطيئة جداً.

العمر Life

يعرف عمر المسند بأنه عدد الدورات التي يدورها المسند (أو عدد الساعات التشغيلية بسرع ثابتة) التي يستطيع المسند الاستمرار بالدوران خلالها قبل أن تبدأ أول إشارة لفشل الكلال (Fatigue) في أحد أجزائه الثابتة أو الدوارة.

معادلة العمر The Life Equation

ان العلاقة بين القيمة التقديرية للعمر والقيمة التقديرية للحمل الديناميكي الأساس ممكن التعبير عنها كالتالي:

$L_{10}=(C/P)^P$ أو

$C/P = L_{10}^{1/P}$

حيث ان

L_{10} = القيمة التقديرية للعمر بملايين الدورات

C = القيمة التقديرية للحمل الديناميكي الأساس (N)

P = الحمل الديناميكي المكافئ المسلط على المسند (N)

p = اس معادلة المسند

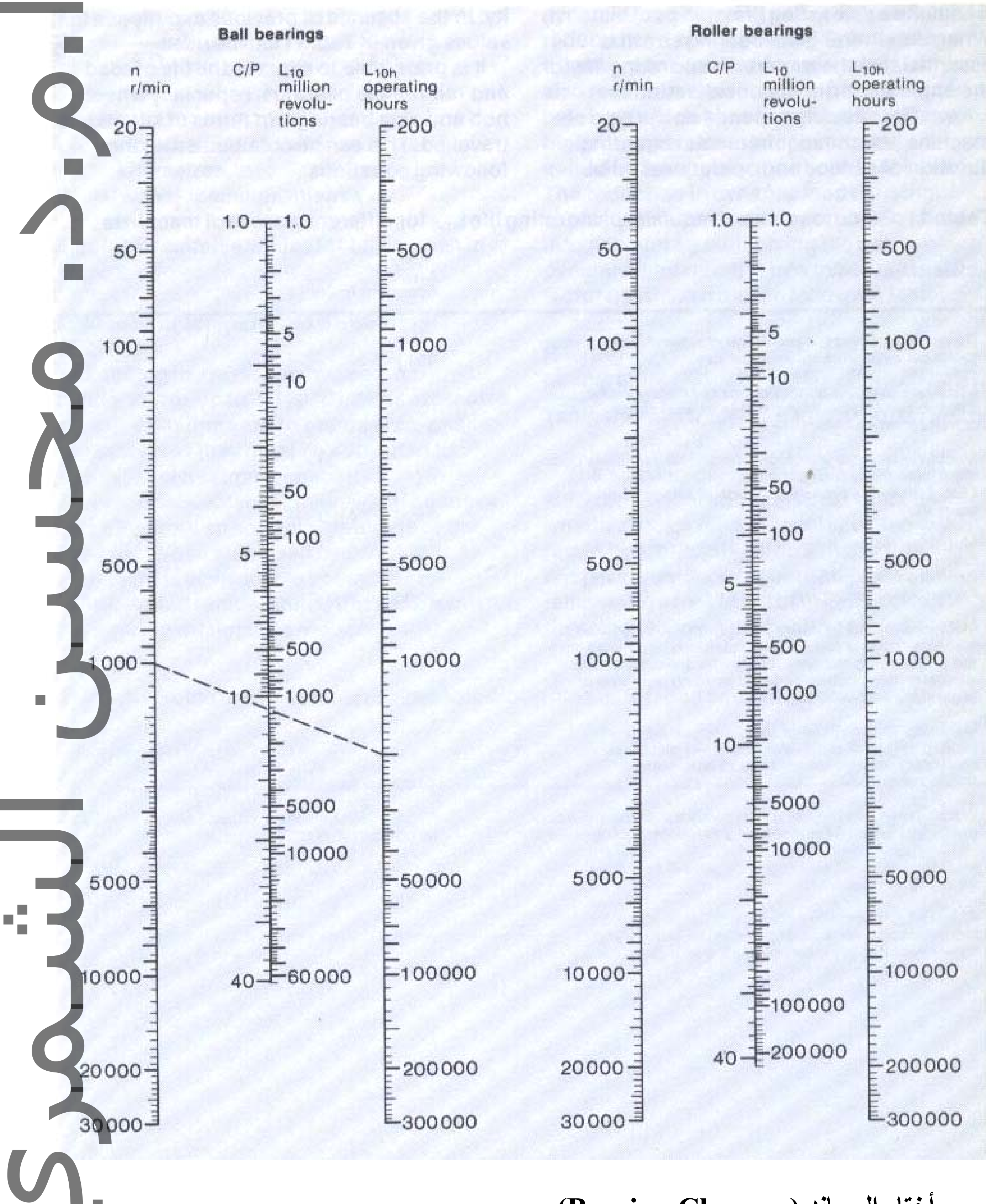
P=3 للمساند الكروية (Ball Bearings)

p=10/3 للمساند المتدحرجة (Roller Bearing)

ان القيم المتعلقة بالنسبة C/P والعمر بالساعات التشغيلية L_{10h} هي مثبتة بالرسم البياني المبين أدناه.

أو من الممكن استنباط هذه القيم من الجداول المرفقة .

Life calculation chart



أختام المساند (Bearing Closures)

ONE SEAL



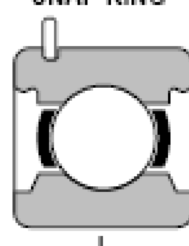
C, D, F

TWO SEALS



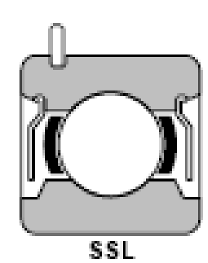
CC, DD, FF

SNAP RING



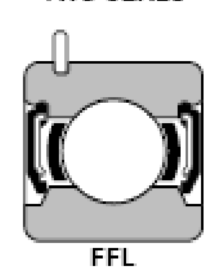
L

SNAP RING & TWO SHIELDS



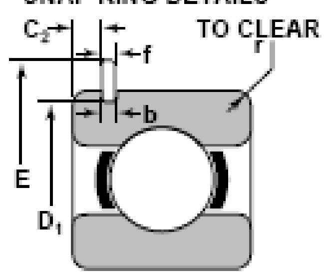
SSL

SNAP RING & TWO SEALS

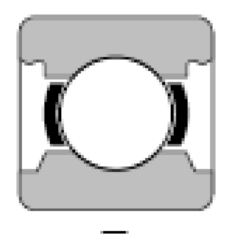


FFL

SNAP RING DETAILS

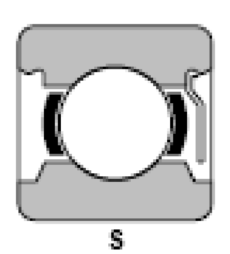


OPEN



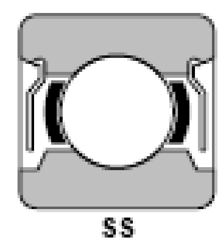
—

ONE SHIELD



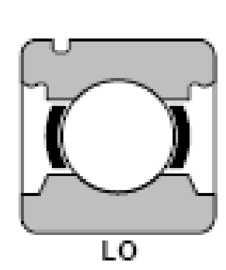
S

TWO SHIELDS



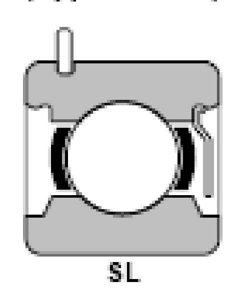
SS

SNAP RING GROOVE



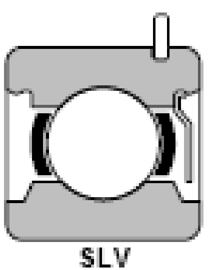
LO

SNAP RING & ONE SHIELD (Opposite Side)



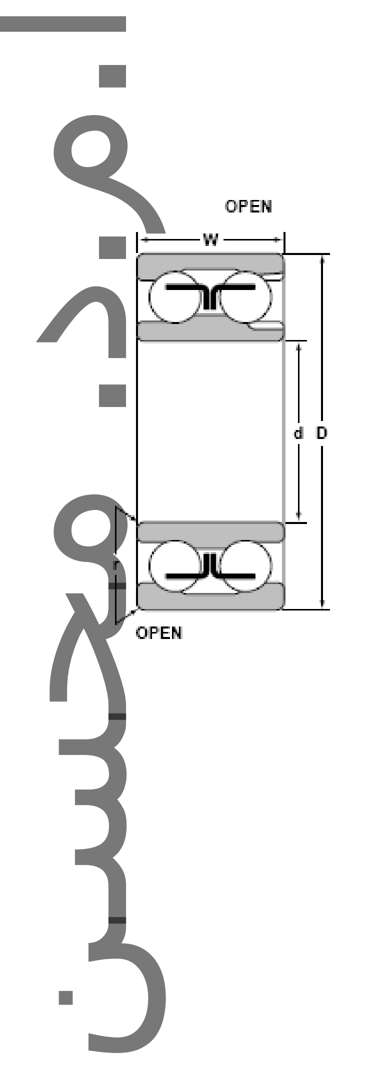
SL

SNAP RING & ONE SHIELD (Same Side)

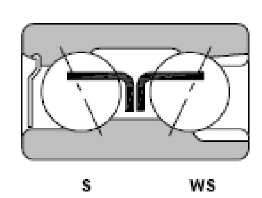


SLV

Double Row – Series 5200 & 5300

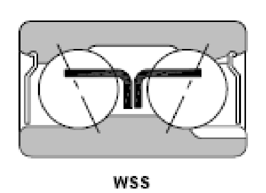


SINGLE SHIELD



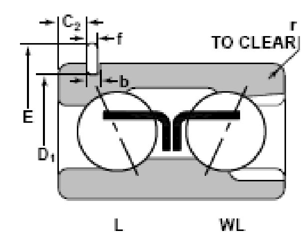
S WS

DOUBLE SHIELD



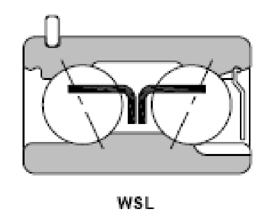
WSS

SNAP RING DETAILS



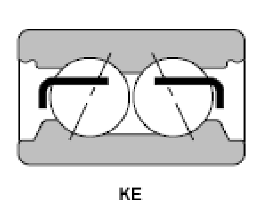
L WL

SNAP RING & SHIELD



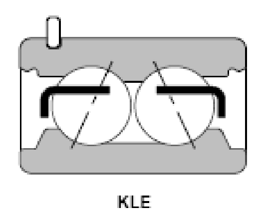
WSL

OPEN



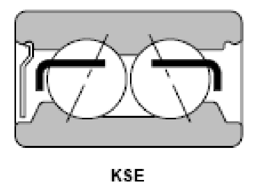
KE

SNAP RING OPEN



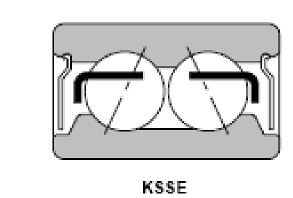
KLE

SINGLE SHIELD



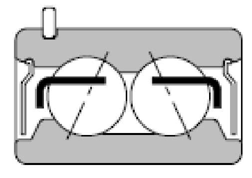
KSE

DOUBLE SHIELD



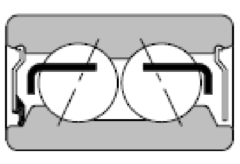
KSSE

SNAP RING & DOUBLE SHIELD



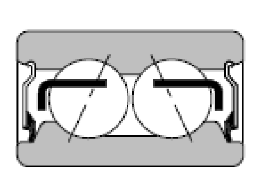
KSSLE

SINGLE SEAL



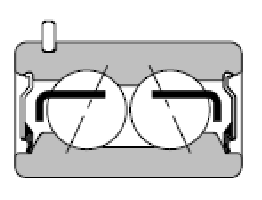
KZE

DOUBLE SEAL



KZZE

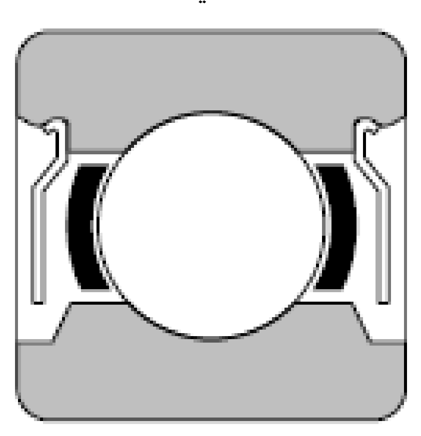
SNAP RING & DOUBLE SEAL



KZZLE

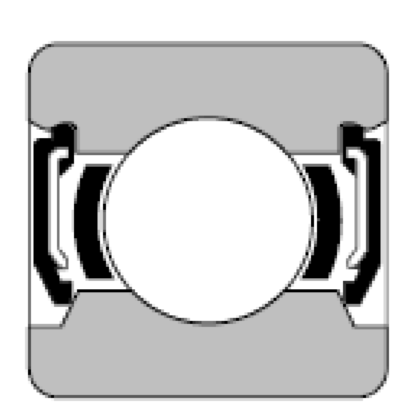
من أجل اطالة عمر المسند فأن المساند الكروية القطرية (Radial Ball Bearing) يجب أن تكون مجهزة بكمية معينة من المزيت داخله ويجب أيضاً أن يبقى نظيفاً. ان استخدام الأختام أو الدروع في المساند فأنه يجعل المسند مضاداً لدخول الغبار والأوساخ والرطوبة وشذرات المعدن ولأجزاء الغريبة الأخرى الى داخل التجويف. بالإضافة الى ابقاء الزيت داخل تجويف المسند نظيفاً وكذلك فأن الأختام (Seals) والدروع (Shields) تحافظ على بقاء الشحم في الداخل.

ان النوعين الشائعين الذين يستخدمان في المساند الكروية الشعاعية (Radial Ball Bearing) هما الدروع المعدنية وألختام من المطاط الصناعي. كلا النوعين موضحين أدناه:-



SHIELD

ان دروع المساند عبارة عن واشر معدني مكبوس كانه قرص . أنه يمثل اسلوب الغلق الأكثر شيوعاً والأكثر اقتصاداً لجانب واحد أو لجانبين للمساند الكروية الشعاعية (Radial Ball Bearing). يثبت هذا الدرع بحز موجود في الحلقة الخارجية لضمان أفضل احتجاز وعدم القدرة على الإزالة. ان الخلوص بين الدرع والحلقة الداخلية تمسك بأقل قيمة ممكنة لحجز أكبر كمية من الشحم داخل المسند ومنع دخول الأجسام الغريبة قدر الإمكان.



SEAL

معظم الأختام (Seals) تكون مطبقة تماماً مع الحلقة الخارجية ومتماسة مع الحلقة الداخلية. ان الختم النموذجي يتكون من شفة مطاطية من مطاط صناعي مسبوكة على حلقة معدنية تستخدم لتقوية الختم. هذه الحلقة تعطي مقاومة ومتانة للختم. ان تصميم شفة الختم تسمح للحركة المحورية الأعتيادية بدون إضعاف فعالية الختم. ان الختم يتكون من شفة سميكة لتحقيق التلامس الناعم وتسليط ضغط متساوي على حافة الحلقة الداخلية. ان الختم مثبت على حز في الحلقة الخارجية ضاغطاً على المطاط وموفراً وصلة ختم شديدة. من الممكن أن تعمل الأختام المطاطية

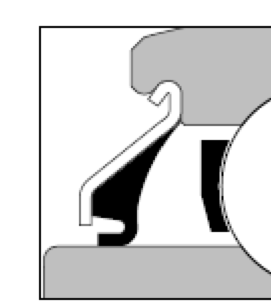
أ.م.د. محسن عبدالله الشمري قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد

بدرجة حرارة من – ٤٠ درجة مئوية الى حوالي ١٠٥ درجة مئوية مما يجعله مناسباً لتطبيقات كثيرة. هناك أنواع أخرى من الأختام مناسبة للظروف التشغيلية الأخرى.

هذا النوع من الأختام من سلسلة فانكارد (Vanguard) نوع R صمم للمساند التي تكون فيها الحركة المحورية محددة وكذلك عندما تكون ظروف العمل قاسية جداً.

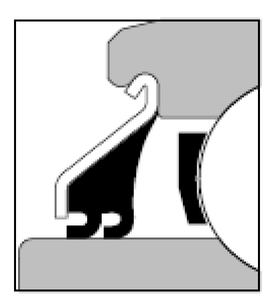
VANGUARD® "R" SEAL

ان النوع الأخر المسمى G هو أيضاً بشفة واحدة وصمم للضروف القاسية. يستخدم حيث الفضاء المحوري وفيرموفراً حيزاً اضافياً للشحم. يتكون الختم من مطاط من نوع النتريل (Nitrile Rubber). ان شفة الختك تتركب على الحلقة الداخلية لتوفير ختم فائق. ان حارس النفايات المعدني معقوف ومثبت على الحلقة الخارية بحيث يصبح ملحقاً بها بشكل دائم. كما انه معامل كيمياوياً بحيث يكون مقاوماً للتعرية.



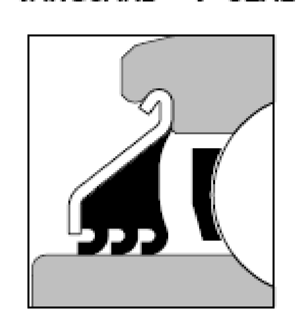
VANGUARD® "G" SEAL

النوع V مجهز بشفة مزدوجة ومصمم ليملك مقاومة احتكاكية عالية للمل في ظروف قاسية جداً وسرعة واطئة معتدلة. له نفس المواصفات نوع G.

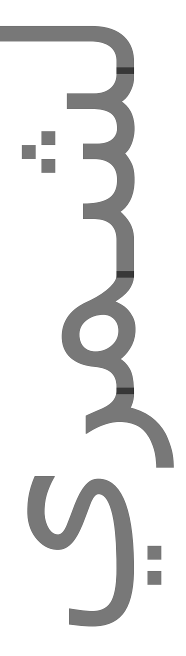


VANGUARD® "V" SEAL

النوع T مزود بثلاث شفات كما مبين بالرسم وصممت للعمل بظروف أقسى كما في الظروف الزراعية أو البناء وبسبب مقاومتها العالية فأنها تستخدم فقط السرع الواطئة. الحارس مكون من الفولاذ ويمتلك نفس المواصفات أعلاه.



VANGUARD® "T" SEAL



أرقام المساند (Bearing Numbering System)

أن رقم المسند يعطي دليلاً على تصميم المسند وأبعاده ودقته والتركيب الداخلي له. ان هذا الرقم مشتق من سلسلة من الأرقام والرموز الحرفية ومكون بصورة أساسية من ثلاث مجاميع رئيسية من الرموز أثنان منها تكميلية والثالث الرقم الرئيسي. ان تتابع هذه الرموز وتعريفها موضح في الجداول أدناه.

ان الرمز الأساسي يشير الى المعلومات العامة عن المسند مثل التصميم الرئيسي وأبعاد المحيط والقطر الداخلي وزاوية التماس. ان الرموز التكميلية فأنها مشتقة من سلسلة الرمز البادئة واللاحقة. هذه الموز تشير الى دقة المسند ومقدار التوافق التداخلي والعوامل الأخرى التي لها علاقة بمواصفات المسند والتركيب الداخلي للمسند.

NTN-BCA® Bearing Prefix and Suffix Explanations

A, B, E, H, J, K, Q, U, W and Numerical Suffix Represent Specialty Bearings with Non-Standard Dimensions/Features

Prefix	Suffix	Explanation
A—		Idler pulley bearing, shell style—attachment.
	—A	25° angle of contact with angular contact series.
	—AC	Locking collar plus aligning ring for heavy series adapters.
	—AR	Special inner and outer ring corners, locking collar supplied with rear wheel types.
	—B	35° angle of contact with angular contact series.
	—BBAR	Two narrow single lip “non-removable” land riding seals, special dimensions.
C,CA,CC—		Variation in carrier on clutch release types.
CB—		Conveyor bearing, hex bore.
	—C	Eccentric locking collar on adapter types.
	—C	Rubber seal lip bonded to sheet metal insert.
	—CC1	Two piece “non-removable” wiping seal on both sides of bearing, special ⅝" bore.
	—CC16	Two piece “non-removable” wiping seal on both sides of bearing, special 16mm bore.
CF—		Cam follower bearing.
CG—		Chain guide bearing.
	—CCRA	Two piece “non-removable” wiping seal on both sides of bearing, wedding ring supplied with read wheel types.
D,DA,DB,DC,DD,DT—		Variation in carrier on clutch release types.
DC—		Disc harrow type, cylindrical O.D.
	—D	Double lip “non-removable” molded seal.
DS—		Disc harrow type, spherical O.D.
E—		Magneto bearing.
	—E	Carburized race for adapter types.
F—		Idler pulley shell style–flat.
	—F	Molded single lip removable seal.
	—F	Special feature on clutch release types.
F,FA,FB,FC,FD,FE—		Variation in carrier on clutch release types.
FD—		Flanged disc bearing assembly.
	—FFA	Single lip “snap-in” seal on both sides, special ¾" bore.
	—FFLB	Special bearing, two single lip “snap-in” seals, snap ring supplied.
	—FGB	Wide single lip seal on extended inner ring, single lip “snap-in” seal on opposite side, special bearing.
FPB—		Flanged, stamped steel pillow block.
	—FVB	Single lip “snap-in” seal, wide double lip “non-removable” land riding seal with special bearing dimensions.
FW4H—		Front Wheel Hub Assembly
FW5H—		Front Wheel Hub Assembly
FWG—		Four bolt cast iron flange, wide adapter bearing, wide single lip “non-removable” land riding seals with eccentric locking collar.
FWRH—		Four bolt cast iron flange, wide inner ring with PTFE seals, heavy series with eccentric locking collar.

NTN-BCA® Bearing Prefix and Suffix Explanations – Continued

A, B, E, H, J, K, Q, U, W and Numerical Suffix Represent Specialty Bearings with Non-Standard Dimensions/Features

Prefix	Suffix	Explanation
FWT—		Four bolt cast iron flange, wide adapter bearing, triple lip "non-removable" land riding seals with eccentric locking collar.
FWV—		Four bolt cast iron flange, wide adapter bearing, wide double lip "non-removable" land riding seals with eccentric locking collar.
F2L—		Flat idler pulley, narrow width, pre-lubricated.
F5L—		Flat idler pulley, high speed series "5", pre-lubricated.
G—		Re-lubricatable stamped flange.
	—G	Keyway on inner or outer ring.
	—G	Wide single lip "non-removable" land riding seal.
G-GM—		Variation in carrier on clutch release types.
	—GGB	Two wide single lip "non-removable" land riding seals, spherical O.D., $1\frac{1}{8}$' bore.
	—GGH	Two wide single lip "non-removable" land riding seals, $\frac{3}{4}$" bore.
	—GP2C	Wide single lip "non-removable" land riding seals, pre-lubricated, special bore, with eccentric locking collar.
	—GR2C	Wide single lip "non-removable" land riding seal, re-lubricatable, special bore, with eccentric locking collar.
	—H	Special snap ring on radial bearings.
	—H	Idler pulley shell style-hard.
HB—		Hanger bearing.
HBD—		Hanger bearing, special feature.
HC—		Hydraulic clutch bearing assembly.
HCP—		Hydraulic clutch bearing and piston assembly.
HEC—		Hex bore, economy, cylindrical O.D. adapter.
HPC—		Hex bore, precision ground cylindrical O.D. adapter.
HPS—		Hex bore, precision ground spherical O.D. adapter.
I,IA,IC—		Variation in carrier on clutch release types.
	—J	40° angle of contact with angular contact types.
	—K	Wheel bearing kit consisting of axle nut, washer, and seal.
	—K	"Gothic arch" on 9000 series.
	—KE	Double row bearing with vertex of contact angles outside the bearings, steel retainer, Conrad type.
	—KM	Gothic arch angular contact with snap ring and bronze retainer.
L—		Idler pulley, pre-lubricated.
	—L	Snap ring grooved outer, snap ring supplied.
	—LA	Snap ring groove on opposite side from standard. Snap ring not supplied.
	—LH	Left hand thread.
	—LO	Snap ring groove on standard side. Snap ring not supplied.
	—LOE	Snap ring groove on standard side, special features, snap ring not supplied.
	—LV	Snap ring groove on opposite side from standard. Snap ring supplied.
	—LX	Special bronze retainer.
	—M	Machined bronze retainer.
MC—		Master cylinder.
MG—		Mast guide bearing.
	—MS	Stamped metal flange.
	—MSA	Metal stamping combined with re-lubricatable flange.
	—MST	Metal stamping two hole flange.
	—MSTR	Metal stamping three hole triangular flange.
N,NH—		Variation in carrier on clutch release types.
N—		Bearing inner and outer ring narrower than standard.
	—N	Glass fiber reinforced nylon retainer.
	—N	15° angle of contact with angular contact series.
NIR—		Narrow inner ring.
NOR—		Narrow outer ring.
P—		Idler pulley.
P—		Precision ground.
	—P	Pre-lubricated.
PA—		Idler pulley-attachment type.
PG—		Idler pulley-general purpose.
PHV—		Cast iron pillow block, hex bore bearing, with wide double lip "non-removable" land riding seals with eccentric locking collar.
PNR—		Cast iron pillow block, narrow adapter bearing, with narrow single lip "non-removable" land rising seals with eccentric locking collar.
PR—		Plunger roller bearing.
PS—		Idler pulley – sprocket type.
PV—		Idler pulley – for "Vee" belt.
PWG—		Cast iron pillow block, wide adapter bearing, with wide single lip "non-removable" land riding seals with eccentric locking collar.
PWOL—		Ductile iron pillow block, wide adapter bearing, oil lubricated, heavy series.
PWRH—		Ductile pillow block, wide adapter bearing, PTFE seal, heavy series with eccentric locking collar.
PWT—		Cast iron pillow block, wide adapter bearing, with wide triple lip "non-removable" land riding seals with eccentric locking collar.
PWV—		Cast iron pillow block, wide adapter bearing with wide double lip "non-removable" land riding seals with eccentric locking collar.
	—R	Narrow single lip "non-removable" land riding seal.
	—R	Re-lubricatable. Adapter and pillow block types.

Table 3.2 Bearing number sequence

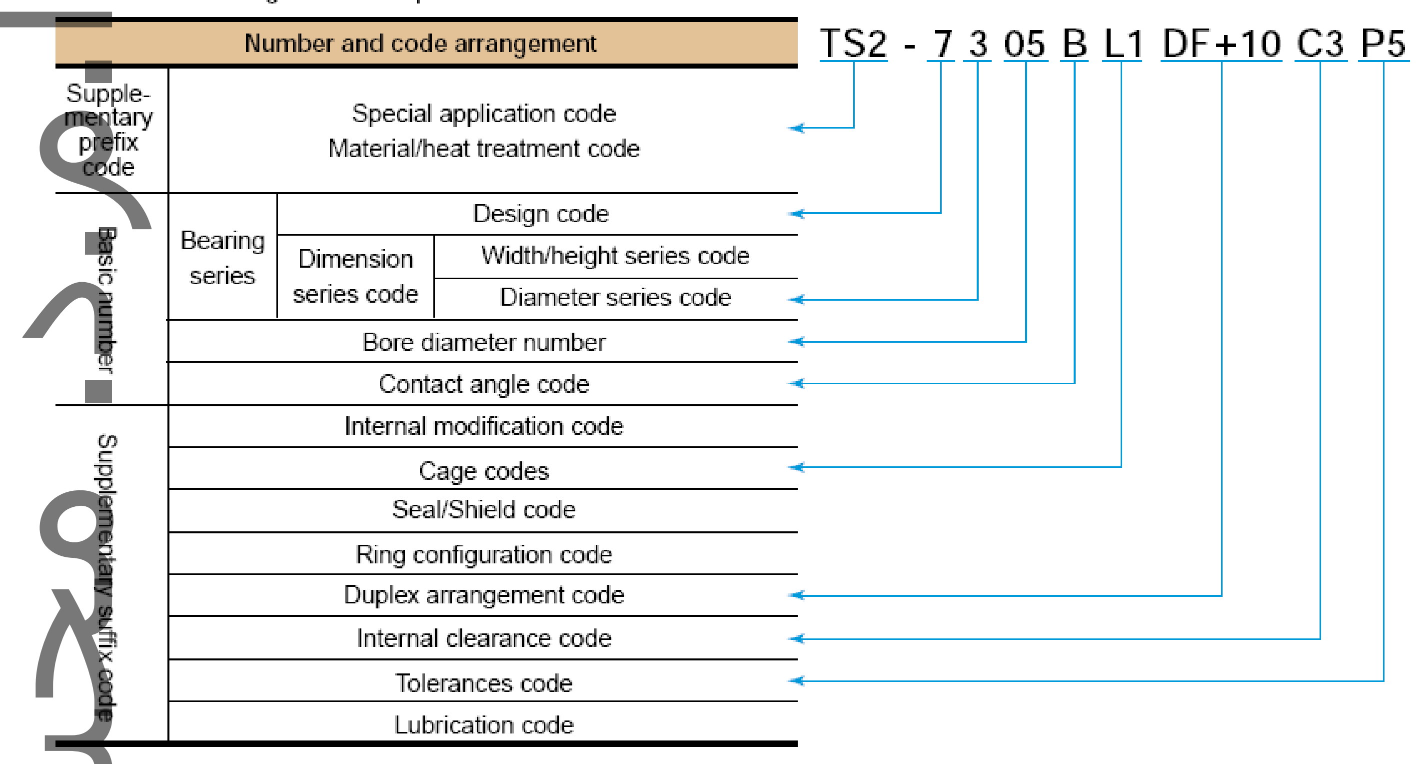


Table 3.3 Supplementary prefix code

Code	Definition
TS-	Dimension stabilized bearing for high temperature use
M-	Hard chrome plated bearings
F-	Stainless steel bearings
H-	High speed steel bearings
N-	Special material bearings
TM-	Specially treated long-life bearings
EC-	Expansion compensation bearings
4T-	NTN 4 Top tapered roller bearings
ET-	ET Tapered roller bearings

قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد   أ.م.د. محسن عبدالله الشمري

Table 3.4 Bearing series symbol

Bearing series	Type symbol	Dimension series: width series	Dimension series: diameter series	Bearing type
67	6	(1)	7	Single row deep groove ball bearings
68		(1)	8	
69		(1)	9	
60		(1)	0	
62		(0)	2	
63		(0)	3	
78	7	(1)	8	Single row angular contact ball bearings
79		(1)	9	
70		(1)	0	
72		(0)	2	
73		(0)	3	
12	1	(0)	2	Self-aligning ball bearings
13	1	(0)	3	
22	2	(2)	2	
23	2	(2)	3	
NU10	NU	1	0	Cylindrical roller bearings
NU2		(0)	2	
NU22		2	2	
NU3		(0)	3	
NU23		2	3	
NU4		(0)	4	
N10	N	1	0	
N2		(0)	2	
N3		(0)	3	
N4		(0)	4	
NF2	NF	(0)	2	
NF3		(0)	3	
NA48	NA	4	8	Needle roller bearings
NA49		4	9	
NA59		5	9	

Bearing series	Type symbol	Dimension series: width series	Dimension series: diameter series	Bearing type
329X	3	2	9	Tapered roller bearings
320X		2	0	
302		0	2	
322		2	2	
303		0	3	
303D		0	3	
313X		1	3	
323		2	3	
239	2	3	9	Spherical roller bearings
230		3	0	
240		4	0	
231		3	1	
241		4	1	
222		2	2	
232		3	2	
213		0	3	
223		2	3	
511	5	1	1	Single-thrust ball bearings
512			2	
513			3	
514			4	
522	5	2	2	Double-thrust ball bearings
523			3	
524			4	
811	8	1	1	Cylindrical roller thrust bearings
812		1	2	
893		9	3	
292	2	9	2	Spherical roller thrust bearings
293			3	
294			4	

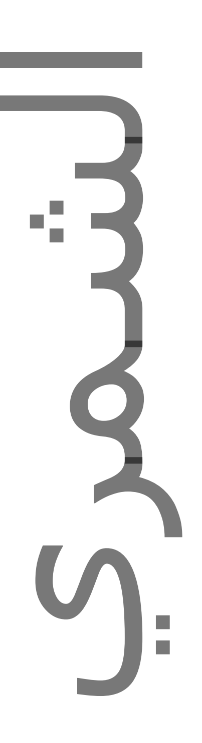


Table 3.5 Bore diameter number

Bore diameter number	Bore diameter *d* mm	Remark
/0.6 /1.5 /2.5	0.6 1.5 2.5	Slash (/) before bore diameter number
1 ⋮ 9	1 ⋮ 9	Bore diameter expressed in single digits without code
00 01 02 03	10 12 15 17	————
/22 /28 /32	22 28 32	Slash (/) before bore diameter number
04 05 06 ⋮ 88 92 96	20 25 30 ⋮ 440 460 480	Bore diameter number in double digits after dividing bore diameter by 5
/500 /530 /560 /2360 /2500	500 530 560 ⋮ 2360 2500	Slash (/) before bore diameter number

Table 3.6 Contact angle code

Code	Nominal contact angle		Bearing type
A[1)] B C	Standard 30° Standard 40° Standard 15°		Angular contact ball bearings
B[1)] C D	Over 10° Over 17° Over 24°	Incl. 17° Incl. 24° Incl. 32°	Tapered roller bearings

Note 1) A and B are not usually included in bearing numbers.

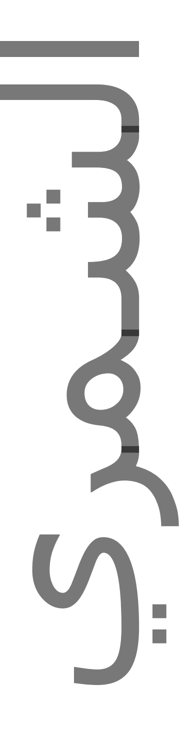
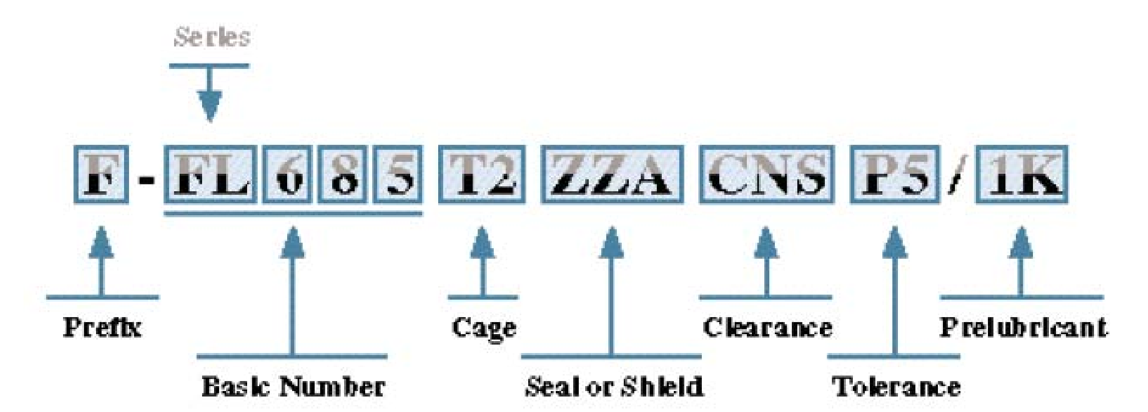


Table 3.7 Supplementary suffix code

	Code	Explanation
Internal modifications	**U**	Internationally interchangeable tapered roller bearings
	R	Non-internationally interchangeable tapered roller bearings
	ST	Low torque tapered roller bearings
	HT	High axial load use cylindrical roller bearings
Cage	**L1**	Machined Brass cage
	F1	Machined steel cage
	G1	Machined brass cage for cylindrical roller bearings, rivetless
	G2	Pin-type steel cage for tapered roller bearings
	J	Pressed steel cage
	T1	Phenolic cage
	T2	Plastic cage, nylon or teflon
Seal or shield	**LLB**	Synthetic rubber seal (non-contact type)
	LLU	Synthetic rubber seal (contact type)
	ZZ	Shield
	ZZA	Removable shield
Ring configuration	**K**	Tapered inner ring bore, taper 1 : 12
	K30	Tapered inner ring bore, taper 1 : 30
	N	Snap ring groove on outer ring, but without snap ring
	NR	Snap ring on outer ring
	D	Bearings with oil holes
Duplex arrangement	**DB**	Back-to-back arrangement
	DF	Face-to-face arrangement
	DT	Tandem arrangement
	D2	Two identical paired bearings
	G	Single bearings, flush ground side face for DB, DF and DT
	$+\alpha$	Spacer, (α=nominal width of spacer, mm)
Internal clearance	**C2**	Radial internal clearance less than Normal
	C3	Radial internal clearance greater than Normal
	C4	Radial internal clearance greater than C3
	CM	Radial internal clearance for electric motor bearings
	NA	Non-interchangeable clearance (shown after clearance code)
	/GL	Light preload
	/GN	Normal preload
	/GM	Medium preload
	/GH	Heavy preload
Tolerance standard	**P6**	JIS standard Class 6
	P6X	JIS standard Class 6X (tapered roller brg.)
	P5	JIS standard Class 5
	P4	JIS standard Class 4
	P2	JIS standard Class 2
	2	Class 2 for inch series tapered roller bearings
	3	Class 3 for inch series tapered roller beaings
	0	Class 0 for inch series tapered roller bearings
	00	Class 00 for inch series tapered roller bearings
Lubrication	**/2A**	Shell Alvania 2 grease
	/5C	Chevron SRI 2
	/3E	ESSO Beacon 325 grease
	/5K	MUL-TEMP SRL

Micro Bearing Numbering ترقيم المساند الدقيقة

Open Type	Single Shield Type	Double Shield Type	Flanged Outer Ring: Open Type	Flanged Outer Ring: Single Shield Type	Flanged Outer Ring: Double Shield Type
67 68 69 60 62 63 R(A)	W(A)67ZA W68Z(A) (W)69Z(A) (W)60Z(A) 62Z 63Z R(A)-Z(A)	W(A)67ZZA W68ZZ(A) (W)69ZZ(A) (W)60ZZ(A) 62ZZ 63ZZ R(A)-ZZ(A)	FL67 FL68 FL69 FL60 FL62 FL63 FLR(A)	FL(A)W(A)67ZA FLW68Z(A) FL(W)69Z(A) FL(W)60Z(A) FL62Z FL63Z FLR(A)-Z(A)	FL(A)W(A)67ZZA FLW68ZZ(A) FL(W)69ZZ(A) FL(W)60ZZ(A) FL62ZZ FL63ZZ FLR(A)-ZZ(A)
RW	R(A)W-ZA	R(A)W-ZZA	FLRW	FLR(A)W-ZA	FLR(A)W-ZZA



1. PREFIX
No Symbol: High carbon chrome bearing steel (equivalent to AISI E52100)
F: Martensitic stainless steel (equivalent to AISI 440C)
N: Beryllium copper

2. SERIES
67, 68: Metric series
69, 60: Metric series
62, 63: Metric series
R: Inch series
W: Wider than standard width (sealed type)
WA: Non-standard sizes
RA: Wider than standard width of inch series (open and sealed types)
FL: Flanged outer ring
FLA: Flanged outer ring, provided non-standard flange dimensions

3. CAGE
No Symbol: Pressed steel cage
J1: Pressed stainless steel cage
T1: Phenolic resin cage
T2: Nylon cage

T3: Rulon machined cage
V: Cageless type

4. SEAL OR SHIELD
No symbol: Open Type
Z, ZZ: Steel shield(s)
ZA, ZZA: Removable steel shield(s)
ZA1, ZZA1: Removable stainless steel shield(s)
Z1, ZZ1: Stainless steel shield(s)
LB, LLB: Non-contact type rubber seal(s)
LF, LLF: Non-contact rubber seal(s)
LU, LLU: Contact type rubber seal(s)
SA, SSA: Non-contact nylon seal(s)

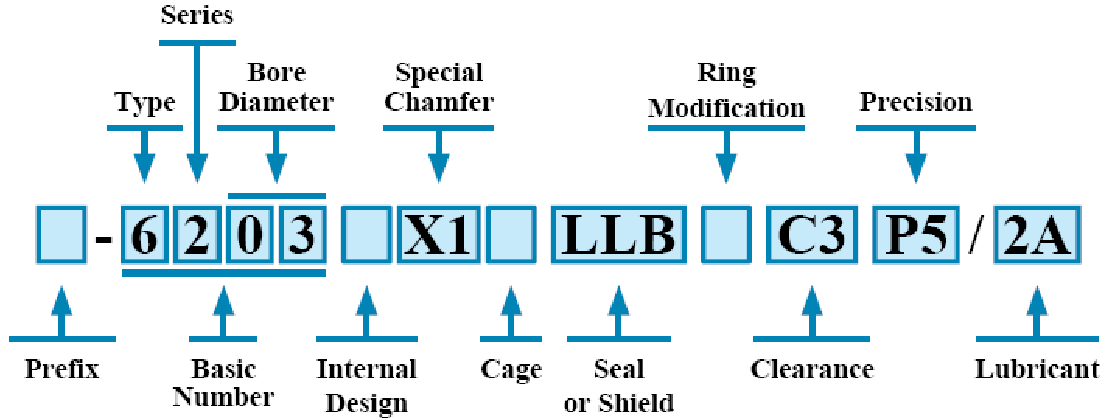
5. INTERNAL CLEARANCE
No Symbol: Normal clearance
C2: Clearance less than normal
C3: Clearance greater than normal
C4: Clearance greater than C3
C2S: Low group of C2 clearance
CNS: Low group of normal clearance
CNM: Medium group of normal clearance
CNL: High group of normal clearance
C3S: Low group of C3 clearance
C3M: Medium group of C3 clearance
C3L: High group of C3

6. TOLERANCE
No Symbol: ISO class 0 (equivalent to ABEC 1)
P6: ISO class 6 (equivalent to ABEC 3)
P5: ISO class 5 (equivalent to ABEC 5)
P4: ISO class 4 (equivalent to ABEC 7)
P2: ISO class 2 (equivalent to ABEC 9)
P5A: ISO class 5A
P4A: ISO class 4A
PS5: NTN PS class 5
PS4: NTN PS class 4
PX1: Special tolerance

7. PRELUBRICANT
1K: Kyodo Yushi Multemp PS No. 2
2A: Shell Alvania 2
1E: Exxon Andok C
3E: Exxon Beacon 325
6K: Klüber Isoflex Super LDS18
5C: Chevron SRI2
5K: Kyodo Yushi Multemp SRL
1W: Anderson Oil Winsor Lube L245X (oil)

ترقيم المساند الشعاعية (Radial Bearing Numbering System)

SEAL STRUCTURE AND TYPE DESIGNATION	FEATURES
Z, ZZ	● The sealed V-slot around the inner ring creates an air and/or grease pocket which increases the labyrinth effect. ● This is a non-contact, low-friction torque type bearing assembly, which can be used effectively for general protection.
LB, LLB	● Both sides of the seal edge have a circular concaved surface which creates several narrow-wide gaps along the V-shaped groove of the inner ring's sealed surface. The unique design ensures a perfect labyrinth effect. ● This non-contact, low friction bearing assembly requires very little torque and is highly resistant to dust build-up.
LU, LLU	● The seal edge forms a double-lip. The inner lip touches the V-slot side of the inner ring's seal surface. There is a slight gap between the inner ring and the outer lip which produces the labyrinth effect. Even if friction causes the inner lip to wear, the outer lip constricts around the inner ring to compensate, and thus constantly preserving the perfect sealing effect. ● Due to the fact that it is a contact type seal bearing, the torque will be a little greater but the seal will provide the optimum protection from dust penetration.



1. PREFIX
TS2: Heat stabilization for up to 320° F (160° C)
TS3: Heat stabilization for up to 390° F (200° C)
TS4: Heat stabilization for up to 480° F (250° C)

2. TYPE
6: Single row deep groove ball bearings
8, WC8: Single row deep groove ball bearings
BL: Maximum capacity
DE & DF: Special double row ball bearings
SC & SX: Special single row ball bearings
R: Inch series

3. INTERNAL DESIGN
A: Internal redesign, from A onward
U: Universal seal groove for open bearings

4. CHAMFER
Xn: Special chamfer, from 1 onward (X1, X2 . . .)

5. CAGE

No Symbol: Pressed steel cage
J: Pressed steel cage
T1: Phenolic cage
T2: Nylon cage

6. SEAL OR SHIELD
No Symbol: Open Type
LB, LLB: Non-contact rubber seal
LU, LLU: Double-lip contact rubber seal
LH,LLH: Light contact rubber seal
LUA,LLUA: Polyacrylic rubber seal
LUA1,LLUA1: Fluorocarbon rubber seal
Z, ZZ: Shield
Z1, ZZ1: Stainless steel shield
ZA, ZZA: Removable shield

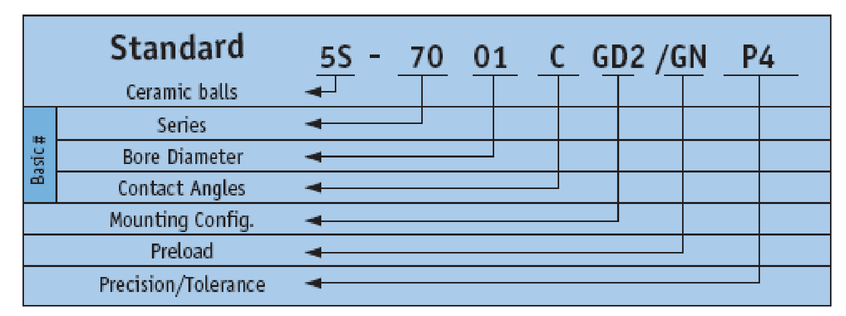
7. RING MODIFICATION
N: Snap ring groove on outer ring, but without snap ring
NR: Snap ring groove on outer ring, snap ring included
/X.XX: Special bore, XX.XX in mm; Ex. 5/16” bore, /7.938
/XX.X: Special O.D., size XX.X in mm

8. INTERNAL CLEARANCE
C1: Radial clearance less than C2
C2: Radial clearance less than normal
C3: Radial clearance greater than normal
C4: Radial clearance greater than C3
C5: Radial clearance greater than C4
CSXX: Special radial clearance; XX is mean value in 0.001 mm units

9. TOLERANCE
P6: ISO class 6 (equivalent to ABEC 3)
P5: ISO class 5 (equivalent to ABEC 5)
P4: ISO class 4 (equivalent to ABEC 7)
PXn: Special tolerance, from 1 onward (PX1, PX2 . . .)
Vn: Special requirement, from 1 onward (V1, V2 . . .)

المساند الكروية ذات التماس الزاوي (Angular Contact Ball Bearing)

Angular Contact Ball Bearing Specifications



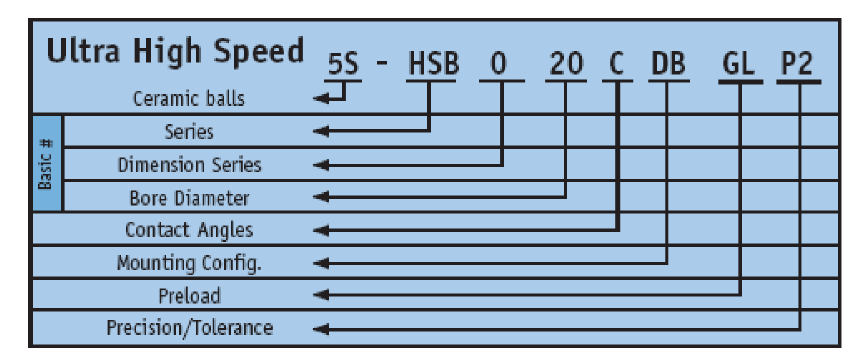
Contact Angles
No Suffix—30˚
Suffix B—40˚
Suffix C—15˚

Mounting Configuration
G—Single universal flushground (can be mounted in any configuration)
GD2—pair of universal
DB—duplex-back to back
DF—duplex-face to face
DT—duplex-tandem
DBT, DFT, DTT—triplex set
DBTT, DFTT, DTBT, DFTT—quad set

Cages
See Table 3 note 4 for standard cages that do not carry a suffix and special cages that do.

Preload
GL—Light } low preload low load
GN—Normal } high speed
GM—Medium, moderate applications
GH—Heavy, high rigidity and stiffness, high loads moderate speed

Precision/Tolerance Class
0—ISO class 0 (ABEC 1) (NTN standard, no suffix)
P6—ISO class 6 (ABEC 3)
P5—ISO class 5 (ABEC 5)
P4—ISO class 4 (ABEC 7)
P2—ISO class 2 (ABEC 9)

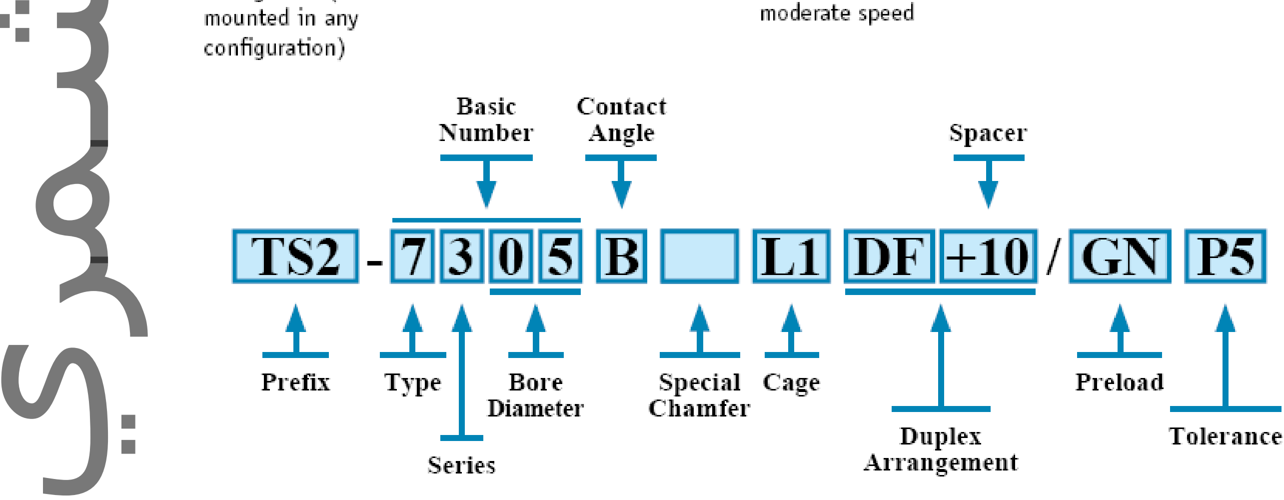


Contact Angles
Standard—30˚
B—40˚
C—15˚ BNT Standard

Mounting Configuration
G—Single universal flushground (can be mounted in any configuration)
GD2—pair of universal
DB—duplex-back to back
DF—duplex-face to face
DT—duplex-tandem
DBT, DFT, DTT—triplex set
DBTT, DFTT, DTBT, DFTT—quad set

Preload
GL—Light } low preload low load
GN—Normal } high speed
GM—Medium, moderate applications
GH—Heavy, high rigidity and stiffness, high loads moderate speed

Precision/Tolerance Class
0—ISO class 0 (ABEC 1) (NTN standard, no suffix)
P6—ISO class 6 (ABEC 3)
P5—ISO class 5 (ABEC 5)
P4—ISO class 4 (ABEC 7)
P2—ISO class 2 (ABEC 9)



1. PREFIX
TS2: Heat stabilization for up to 320°F (160°C)
TS3: Heat stabilization for up to 390°F (200°C)
TS4: Heat stabilization for up to 480°F (250°C)
BNT: High speed angular contact ball bearings
HSB: High speed angular contact ball bearings
SF: Special single row angular contact ball bearings
DE & DF: Special double row angular contact ball bearings

2. TYPE
3: Double row angular contact ball bearings with filling slot
5: Double row angular contact ball bearings without filling slot
7: Angular contact ball bearings

3. CONTACT ANGLE
No Symbol: Contact Angle 30°
B: Contact angle 40°
C: Contact angle 15°

4. CHAMFER
Xn: Special chamfer, from 1 onward (X1, X2 . . .)

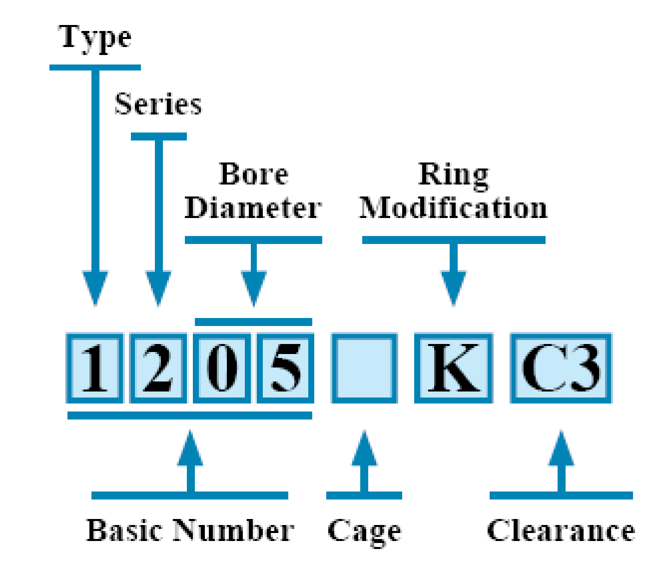
5. CAGE
No Symbol: Standard cage
J: Pressed steel cage
L1: Machined brass cage
T1: Phenolic cage
T2: Plastic cage, nylon or teflon

6. DUPLEX ARRANGEMENT
DB: Duplex pair, back to back mounting
DF: Duplex pair, face to face mounting
DT: Duplex pair, tandem mounting
G: Single bearings, flush ground universal mount for DB, DF and DT arrangement
GD2: Pair of universally mountable bearings
+A: Spacer (A is nominal width of spacer in mm)

7. PRELOAD
GL: Light preload
GN: Normal preload
GM: Medium preload
GH: Heavy preload
Gn: Special preload

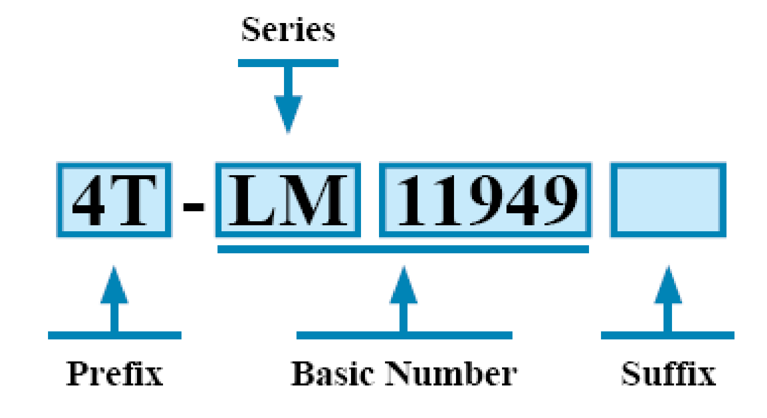
8. TOLERANCE
P6: ISO class 6 (equivalent to ABEC 3)
P5: ISO class 5 (equivalent to ABEC 5)
P4: ISO class 4 (equivalent to ABEC 7)

ترقيم المساند الكروية ذاتية التعديل (Self Aligning Ball Bearing)

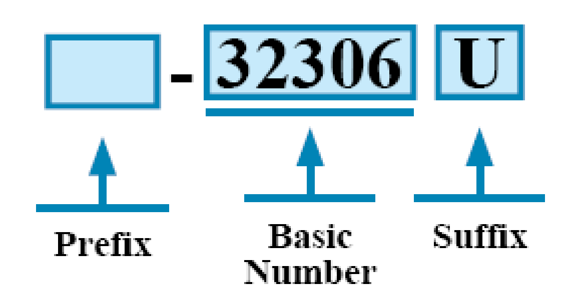


1. TYPE
1: Standard for self-aligning ball bearings
2: Standard for self-aligning ball bearings
2. CAGE
No Symbol: Standard cage
J: Pressed steel cage
T2: Plastic cage, nylon or teflon
L1: Machined brass cage
3. RING MODIFICATION
K: 1:12 tapered bore
4. INTERNAL CLEARANCE
C1: Radial clearance less than C2
C2: Radial clearance less than normal
C3: Radial clearance greater than normal
C4: Radial clearance greater than C3
C5: Radial clearance greater than C4
CSXX: Special radial clearance;
XX is mean value in 0.001 mm units

ترقيم المساند المتدحرجة المستدقة (Tapered Roller Bearing)







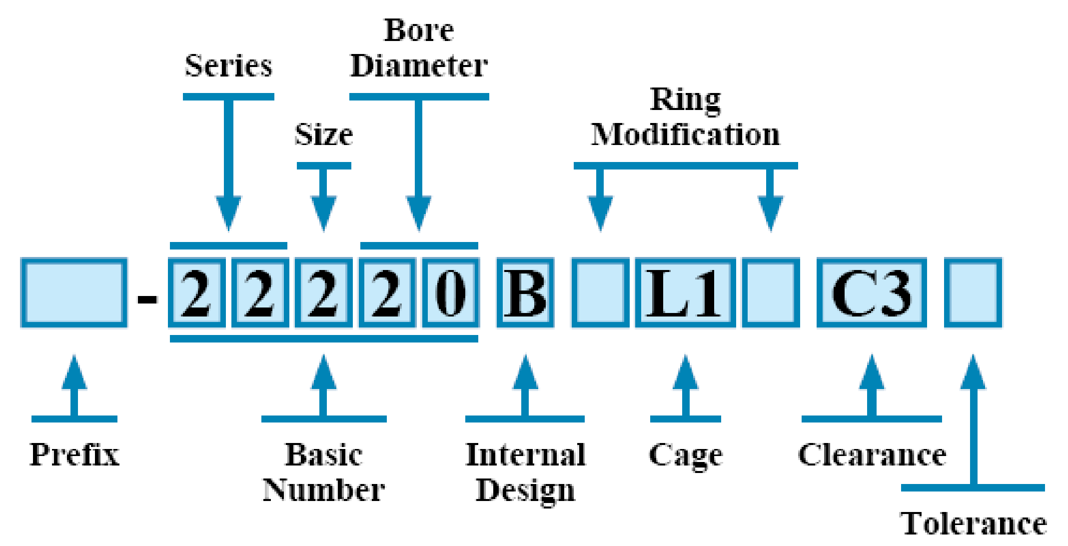
1. PREFIX
ET: NTN Endurance tapered roller bearings, case hardened material
4T: NTN 4-Top tapered roller bearings, case hardened material
E: Case hardened steel
T: Internationally interchangeable dimensions

2. SERIES
H: Heavy
HH: Heavier than heavy
HM: Heavy-medium
L: Light
LM: Light medium
M: Medium
ISO: Metric series 320X, 302, 322, 303 and 323

3. SUFFIX
A: Different bore, O.D., width or radius from basic part number
PK: Class K for J-Line
PXn: Special tolerance, n; from 1 onward
S: Different bore, OD, width or radius from basic part number
U: ISO series; internationally interchangeable through hardened steel
W: Slot or keyway
X: Different bore, O.D., width or radius from basic part number
-0: AFBMA class 0
-00: AFBMA class 00
-2: AFBMA class 2

-3: AFBMA class 3
-4: AFBMA class 4

ترقيم مساند المتدحرجات الكروية (Spherical Roller Bearing)



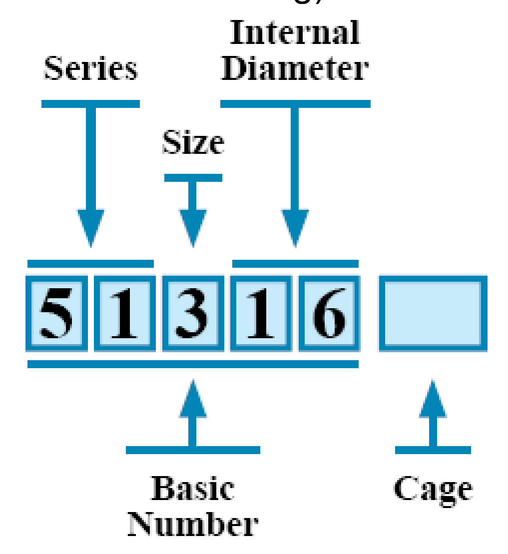
1. PREFIX
TS2: Heat stabilization for up to 320° F (160° C)
TS3: Heat stabilization for up to 390° F (200° C)
TS4: Heat stabilization for up to 480° F (250° C)
2. SERIES
21: Standard series spherical roller bearings
22: Standard series spherical roller bearings
23: Standard series spherical roller bearings
24: Standard series spherical roller bearings
3. INTERNAL DESIGN
B: One piece ribbed inner ring, asymmetrical rollers and center guided retainer
C: Plain inner ring, center floating guide ring (smaller size bearings)
UA: Inner ring without center guide, asymmetrical rollers, and outer ring center-guided retainer (limited thrust capabilities)
E: High capacity spherical roller bearings
4. CAGE
No Symbol: Standard cage
J: Pressed steel cage
L1: Machined brass cage
T2: Nylon cage
5. RING MODIFICATION
D1: Oil groove and holes
K: 1:12 tapered bore
6. INTERNAL CLEARANCE
C1: Radial clearance less than C2
C2: Radial clearance less than normal
No Suffix: Normal internal clearance
C3: Radial clearance greater than normal
C4: Radial clearance greater than C3
C5: Radial clearance greater than C4

CSXX: Special radial clearance; XX is mean value in 0.001 mm units

7. TOLERANCE

No Symbol: Class 0 (equivalent to ABEC 1); standard
PX1: Special tolerance, from 1 onward
V: Special requirement, from 1 onward
VS1: Special tolerance for shaker screen bearings (C3 clearance)
VS2: Special tolerance for shaker screen bearings (C4 clearance)

ترقيم المساند الدفعية الكروية والمتدحرجة (Thrust Ball and Roller Bearing)



1. SERIES & SIZE

51, 53*: Single direction thrust ball bearing
52, 54*: Double direction thrust ball bearing
56: Angular contact thrust ball bearing
29: Spherical thrust roller bearing
29: Single direction thrust ball bearing
9: Single direction thrust ball bearing
* Self-aligning outside diameter

2. CAGE

No Symbol: Standard cage
J: Pressed steel cage
L1: Machined brass cage
T2: Plastic cage, nylon or Teflon

توافقات المساند Fits and Tolerances

إن الصناعة الحديثة للمكائن والآلات، وبصورة خاصة في حالة الإنتاج بالجملة، تتطلب أن تكون الأجزاء قابلة للتبادل أي تصنع الأجزاء بحيث يكون بالإمكان اختيار أية قطعة تؤخذ من مجموعة قطع من نفس النوع ووضعها بدل القطعة المشابهة لها في ماكنة دون أن يسبب ذلك خلل في الماكنة.

قد يتصور أحد بأنه مادامت الأجزاء مصنعة بموجب الأبعاد الموجودة على الرسم فأنها يجب أن تتلاءم مع بعضها عند التجميع. إلا إن هذا التصور لا يمكن تطبيقه عملياً لأنه من المستحيل إنتاج أي بعد بقياس مضبوط مئة في المئة دون أن يكون هناك اختلاف بين المقاس الحقيقي للقطعة والمقاس الموجود على الرسم. ولحسن الحظ لا يتطلب الإنتاج أبعاد متناهية في الدقة وبالإمكان السماح للأبعاد بأن تنحرف عن الأبعاد المضبوطة بمقدار قليل نسبياً دون أن يسبب ذلك إخلال في وظيفة الجزء. إلا إن هذا الانحراف يجب أن لا يتجاوز الحدود المناسبة لكل بعد. ووظيفة المهندس المصمم أن يحدد مقدار التجاوز المسموح لكل بعد عن البعد الأساسي الموجود على الرسم.

يجب أن يبين على الرسم بشكل واضح الحد الأعلى المسموح للبعد والذي لا يمكن تجاوزه وكذلك الحد الأدنى المسموح للبعد. ولأجل أن يكون تطبيق حدي المقاس عملياً أسهل يحدد مقاس معين يسمى ((المقاس الأساسي)) ويعرف الحد الأعلى والحد الأدنى للمقاس بمقدار الاختلاف الحاصل لهذين الحدين عن المقاس الأساسي. يسمى مقدار تجاوز مقاس الجزء عن المقاس الأساسي بالانحراف.

تعاريف

فيما يلي بعض التعاريف الأساسية في موضوع التفاوتات:-

المقاس الأساسي (Basic size) :- هو المقاس الذي يستند إليه عند تثبيت حدي المقاس.

خط الصفر (Zero line) :- خط مستقيم تسند إليه الانحرافات عند تمثيل الحدود بيانياً. عند رسم خط الصفر اتفق أن تبين الانحرافات الموجبة فوق الخط والسالبة أسفل الخط.

حدي المقاس (Limits of size) :- المقاسان الأقصى والأدنى المسموحات للجزء اللذان يقع بينهما المقاس الحقيقي.

الانحراف (Deviation) :- الفرق الجبري بين مقاس معين والمقاس الأساسي.

الانحراف العلوي (Upper deviation) :- الفرق الجبري بين الحد الأعلى للمقاس والمقاس الأساسي.

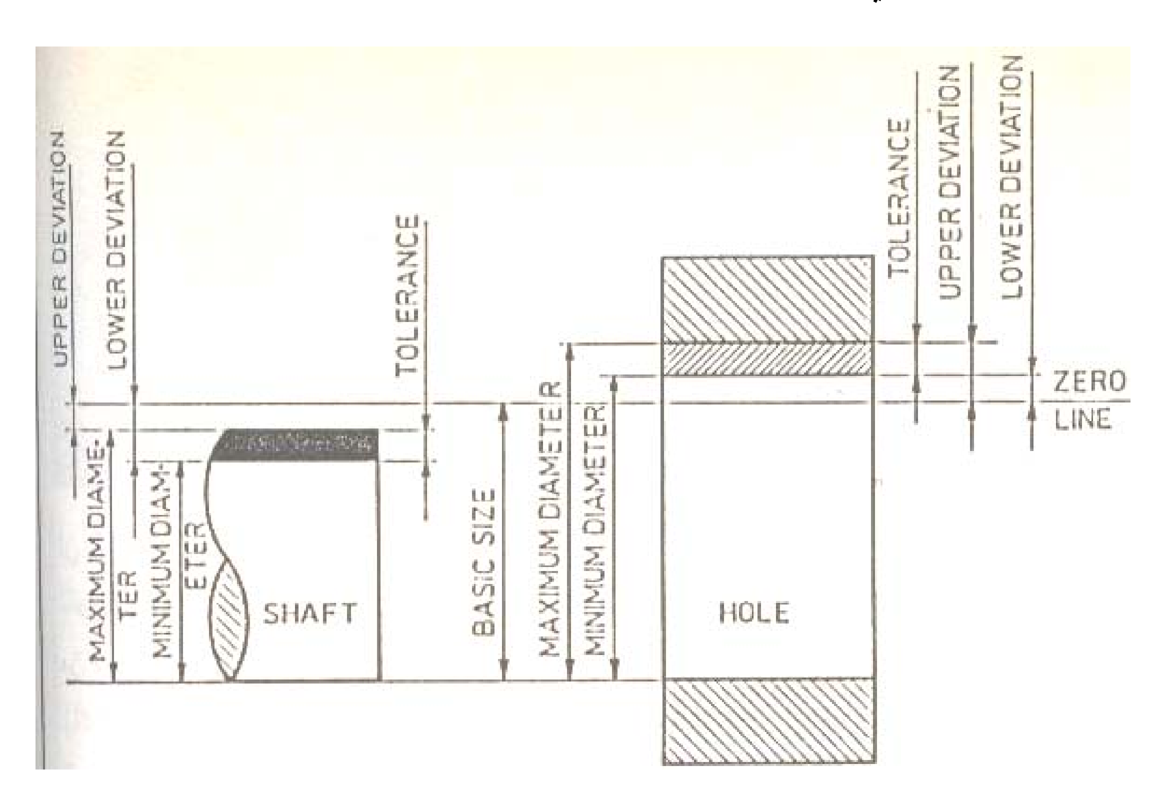
الانحراف السفلي (Lower deviation) :- الفرق الجبري بين الحد الأدنى للمقاس والمقاس الأساسي.

الانحراف الأساسي (Fundamental deviation) :- أحد الانحرافين الذي تم اختياره لغرض تحديد موقع منطقة التفاوت نسبة إلى خط الصفر. الانحراف الأساسي هو الانحراف الأقرب إلى خط الصفر.

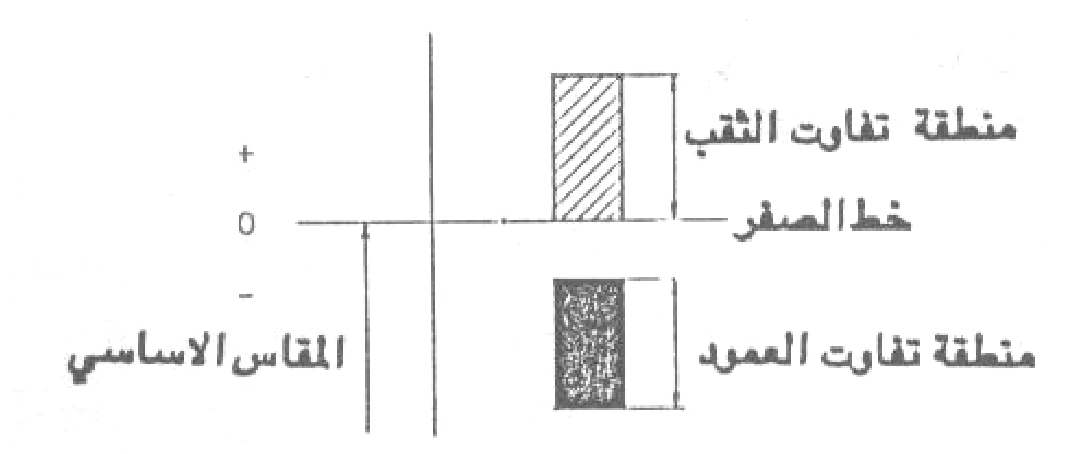
التفاوت (Tolerance) :- الفرق بين الحد الأعلى للمقاس والحد الأدنى للمقاس. إن قيمة التفاوت تكون مطلقة بدون إشارة.

منطقة التفاوت (Tolerance zone) :- المنطقة المشمولة ،لدى تمثيل التفاوت بيانياً، بين الخطين الذين يمثلان حدود التفاوت وتحدد بمقدار التفاوت وبموقعه نسبة إلى خط الصفر.

درجة التفاوت (Grade of Tolerance) :- هو مقياس لمقدار التفاوت، كلما كانت الدرجة أقل كان التفاوت أقل أي أدق.



إن الجزء المضلل من الثقب أو العمود هو منطقة التفاوتات، ونلاحظ إنها مرسومة بمقياس كبير مبالغ فيه وذلك لزيادة التوضيح.



يجب الانتباه بأن الانحرافات التي تقع فوق خط الصفر تعتبر موجبة والانحرافات التي تقع تحت خط الصفر تعتبر سالبة.

وضع التفاوتات بواسطة الأرقام

توضع الأبعاد ذات التفاوتات بإعطاء المقاس الأساسي مع قيمتي الانحراف العلوي والانحراف السفلي ويوضع الانحراف العلوي فوق الانحراف السفلي كما يلي:-

$40^{-0.35}_{-0.68}$ $40^{+0.15}_{+0.08}$ $40^{+0.032}_{-0.075}$

إذا كان الانحراف العلوي والانحراف السفلي متساويين في القيمة ومختلفين في الإشارة يعطى مقدار الانحراف مرة واحدة مع وضع إشارتي الزائد والناقص:-

40 ± 0.125

إذا كان أحد حدي المقاس صفر يوضع ذلك مع المقاس:-

$40^{0}_{-0.135}$ $40^{+0.11}_{0}$

إذا كان البعد محدد باتجاه واحد فقط يوضح ذلك بإضافة max أو min مع البعد:

39.4 min 40.5 max

وضع التفاوتات بواسطة الرموز

تستعمل الحروف الكبيرة للثقوب والحروف الصغيرة للأعمدة. أمثلة:

62f7 40g6 63F8 40H7

(سوف يأتي شرح رموز التفاوت لاحقاً)

أمثلة على التفاوتات

مثال ١ :- إذا كان المقاس الأساسي مع الانحراف العلوي والانحراف السفلي هو كما يلي:-

$$84^{+0.073}_{-0.68}$$

- احسب الحد الأعلى والحد الأدنى للمقاس
- مقدار التفاوت.

الحد الأعلى للمقاس = المقاس الأساسي + الانحراف العلوي
= ٨٤ – ٠,٠٧٣ = ٨٤,٠٧٣ مم

الحد الأدنى للمقاس = المقاس الأساسي + الانحراف السفلي
= ٨٤ +(- ٠,١٢٠) = ٨٣,٨٨٠ مم

مقدار التفاوت = الحد الأعلى للمقاس – الحد الأدنى للمقاس
= ٨٤,٠٧٣ – ٨٣,٨٨٠ = ٠,١٩٣

أ.م.د. محسن عبدالله الشمري **قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد**

مثال ٢ :- إذا كان المقاس الأساسي لجزء هو ١٢٠ مم والحد الأعلى للمقاس هو ١٢٠ مم. احسب الانحراف العلوي والانحراف السفلي إذا علمت إن مقدار التفاوت هو ٨٤μ . بين كيفية وضع التفاوت.

التفاوت = الحد الأعلى للمقاس – الحد الأدنى للمقاس
إذاً الحد الأدنى للمقاس = ١٢٠ – ٠,٠٨٤ = ١١٩,٩١٦ مم
الحد الأدنى للمقاس = الانحراف الأساسي + الانحراف السفلي
إذاً الانحراف السفلي = الحد الأدنى للمقاس – المقاس الأساسي
= ١١٩,٩١٦ – ١٢٠ = - ٠,٠٨٤ مم
الحد الأعلى للمقاس = المقاس الأساسي + الانحراف العلوي
إذاً الانحراف العلوي = ١٢٠ – ١٢٠ = ٠
يوضع التفاوت كما يلي :-

$$120^{\ 0}_{-0.084}$$

التوافقات

التوافق (Fit) :- عندا يراد تجميع جزئين فأن العلاقة الناتجة من الفرق بين مقاسيهما، قبل التجميع، يسمى ((التوافق)).

أنواع التوافق

التوافق الخلوصي (Clearance fit) : التوافق الذي ينتج خلوصاً دائماً (منطقة تفاوت الثقب تقع دائماًُ فوق منطقة تفاوت العمود).
التوافق الانتقالي (Transition fit) : التوافق الذي قد ينتج خلوصاً أو تداخلاً. (منطقتي تفاوت الثقب والعمود متداخلة).
التوافق التداخلي (Interference fit) : التوافق الذي ينتج تداخلاً دائماً. (منطقة تفاوت الثقب تقع دائماً تحت منطقة تفاوت العمود).

نظام التوافقات

يوجد نظامان للتوافق : نظام توافق الثقب الأساس ونظام توافق العمود الأساس.

نظام توافق الثقب الأساس (Hole – basis system of fits) : هو نظام التوافق الذي تحصل فيه الخلوصات والتداخلات المختلفة من ائتلاف أعمدة متنوعة مع ثقب واحد. الثقب الأساس في هذا النظام هو الثقب الذي انحرافه الأساسي صفر.
نظام توافق العمود الأساس (Shaft – basis system of fits) : هو نظام التوافق الذي تحصل فيه الخلوصات والتداخلات المختلفة من ائتلاف ثقوب متنوعة مع عمود واحد. العمود الأساس في هذا النظام هو العمود الذي انحرافه الأساسي صفر.

مثال ١
المقاس الأساسي مع حدي المقاس للثقب هو $160^{+٠,٢٣٥}_{+٠,١٢٥}$ وللعمود $١٦٠^{+٠,٠٦٥}_{٠}$

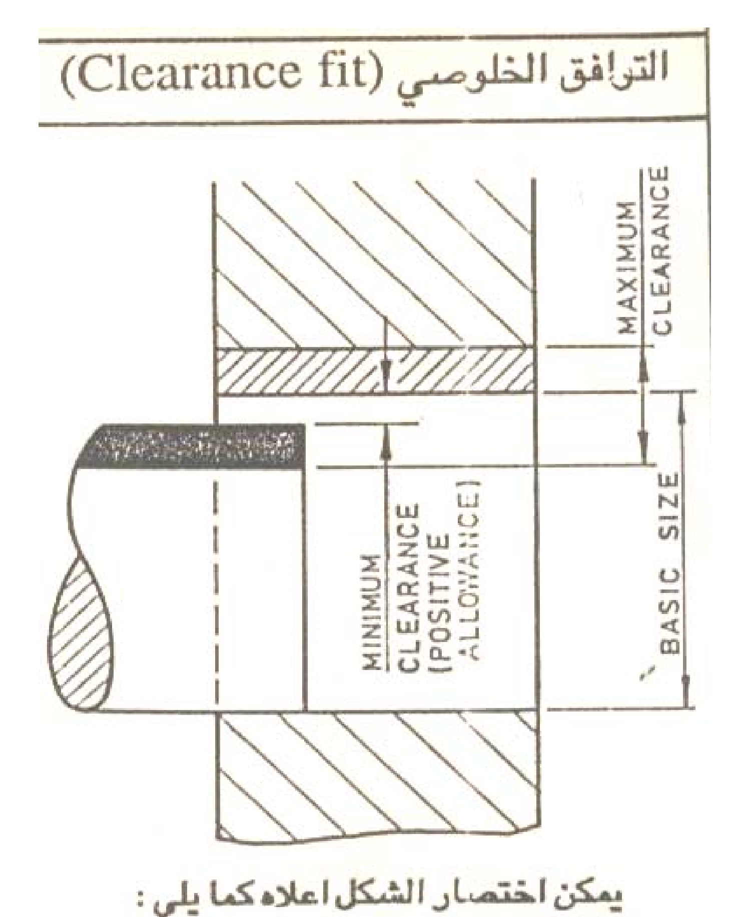
ماهو نوع التوافق الحاصل بينهما. احسب الخلوص أو التداخل الأعلى والأدنى.
الحل:-
الحد الأعلى لقطر الثقب = ١٦٠ + ٠,٢٣٥ = ١٦٠,٢٣٥ مم
الحد الأدنى لقطر الثقب = ١٦٠ + ٠,١٢٠ = ١٦٠,١٢٠ مم
الحد الأعلى لقطر العمود = ١٦٠ + ٠,٠٦٥ = ١٦٠,٠٦٥ مم
الحد الأدنى لقطر العمود = ١٦٠ + ٠ = ١٦٠ مم

بما ان الحد الأدنى لقطر الثقب هو أكبر من الحد الأعلى لقطر العمود فأن التوافق الحاصل بينهما هو توافق خلوصي ولا يحدث تداخل بين الجزئين.

الخلوص الأعلى = الحد الأعلى لقطر الثقب – الحد الأدنى لقطر الثقب
= ١٦٠,٢٣٥ – ١٦٠ = ٠,٢٣٥ مم
الخلوص الأدنى = الحد الأدنى لقطر الثقب – الحد الأعلى لقطر العمود
= ١٦٠,١٢٠ – ١٦٠,٠٦٥ = ٠,٠٥٥ مم

مثال ٢
المطلوب توافق تداخلي بين ثقب وعمود. المقاس الأساسي لهما ٦٨ مم. التداخل الأعلى µ١٩٠- ، التداخل الأدنى هو µ٥٥- .
احسب الانحراف العلوي والانحراف السفلي للثقب إذا علمت إن الانحراف العلوي والانحراف السفلي للعمود هما µ١٩٠+ و µ١٣٠+ على التوالي.

الحل:-
التداخل الأعلى = الحد الأدنى لمقاس الثقب – الحد الأعلى لمقاس العمود
إذاً الحد الأدنى لمقاس الثقب = ٦٨,١٩٠ + (-٠,١٩٠) = ٦٨مم
الحد الأدنى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الانحراف السفلي
إذاً الانحراف السفلي للثقب = الحد الأدنى لمقاس الثقب – المقاس الأساسي
= ٦٨ – ٦٨ = ٠
التداخل الأدنى = الحد الأعلى لمقاس الثقب – الحد الأدنى لمقاس العمود
إذاً الحد الأعلى لمقاس الثقب = ٦٨,١٣ +(-٠,٠٥٥) = ٦٨,٠٧٥ مم
الحد الأعلى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الانحراف العلوي
الانحراف العلوي للثقب = ٦٨,٠٧٥ – ٦٨,٠٠٠ = ٠٧٥. مم



يمكن اختصار الشكل اعلاه كما يلي :

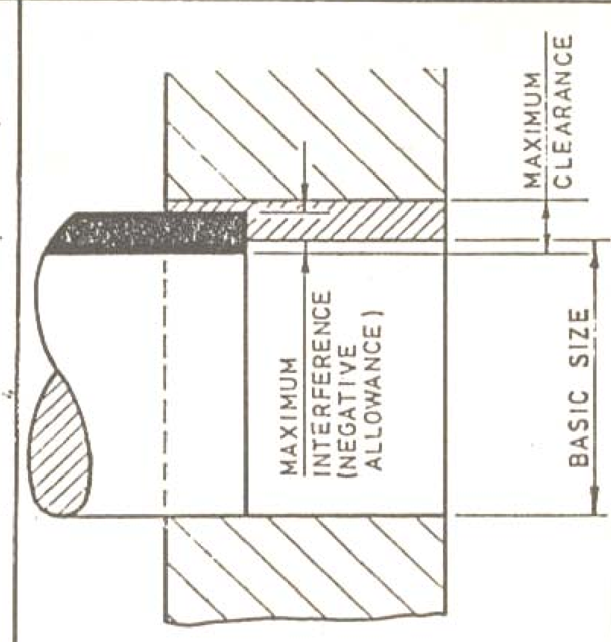
ثقب

عمود

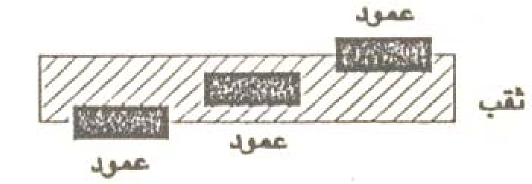
نلاحظ من الرسم بان منطقة تفاوت الثقب تقع فوق منطقة تفاوت العمود وان هناك دائما خلوص بين الجزئين .



التوافق الانتقالي (Transition fit)

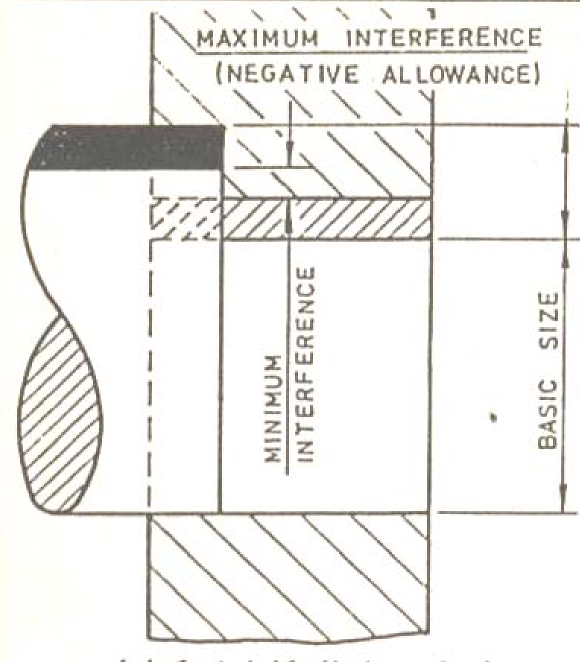


يمكن اختصار الشكل اعلاه كما يلي :



نلاحظ من الرسم بان منطقتي تفاوت الثقب والعمود متداخلتين . ممكن هذه الحالة ان تنتج خلوص أو تداخل بين الجزئين .

التوافق التداخلي (Tnterference fit)



يمكن اختصار الشكل اعلاه كما يلي :

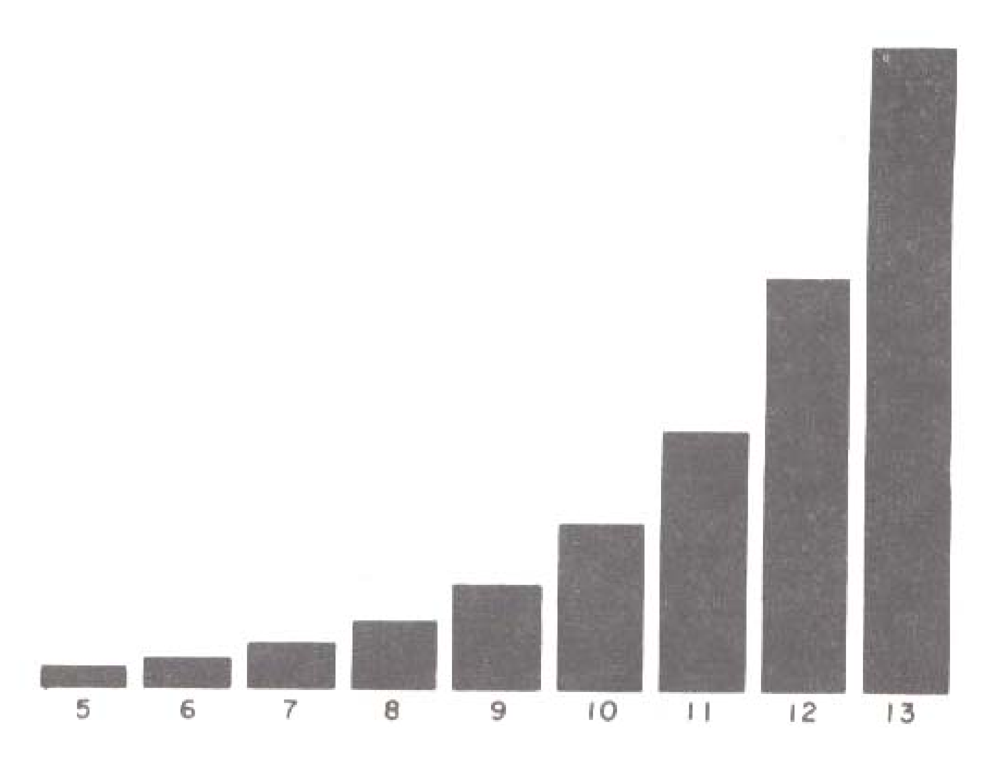


نلاحظ من الرسم بان منطقة تفاوت الثقب تقع تحت منطقة تفاوت العمود وان هناك دائما تداخل بين الجزئين .

نظام ISO للتفاوت

تبين مسودة المواصفة القياسية العراقية (١٢٣٣) نظام الحدود والتوافقات وهي موضوعة بموجب المواصفة الدولية (ISO 276) .
تعطي المواصفة جميع المتطابات الهندسية تقريباً وتشمل على ١٨ درجة للتفاوت وتظم ٢٨ انحرافاً أساسياً للثقب و ٢٨ انحرافاً أساسياً للعمود.

درجة التفاوت (Grade of tolerance)
تدل درجة التفاوت على مقدار التفاوت وهو مؤشر لنوعية الانتاج فالتفاوتات الصغيرة تعني دقة عالية في الانتاج.
توجد ١٨ درجة للتفاوت ترمز لها كما يلي :
٠١ ، ٠ ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٧ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ١٦
كلما كان الرقم أكبر كان التفاوت أكبر
الدرجات من ٠١ الى ٥ تدل على تفاوتات دقيقة
الدرجات من ٦ الى ١٠ تدل على تفاوتات ماوسطة
الدرجات من ١١ الى ١٦ تدل على تفاوتات كبيرة
الشكل التالي عبارة عن رسم تخطيطي يوضح علاقة التفاوت مع درجة التفاوت بالنسبة الى عدة درجات (من ٥ الى ١٣). الدرجة ٥ تعتبر من الدرجات الدقيقة وكما موضح في الشكل فأن مقدار التفاوت صغير. وكلما زادت الدرجة قلت الدقة أي زاد مقدار التفاوت.



موقع منطقة التفاوت (الانحراف الأساسي)

كما ذكر سابقاً في التعاريف فأن الانحراف الأساسي هو الانحراف الأقرب الى خط الصفر ويدل على موقع منطقة التفاوت.

يتحدد موقع منطقة التفاوت للثقب أو العمود نسبة الى خط الصفر ، وهو الانحراف الأقرب الى خط الصفر ويسمى (الانحراف الأساسي). يوجد ٢٨ انحرافاً أساسياً للثقب وكذلك للعمود. يرمز الى الآنحراف الأساسي بحرف من الحروف اللاتينية وتستعمل الحروف الكبيرة للثقوب والحروف الصغيرة للأعمدة كما يلي:-

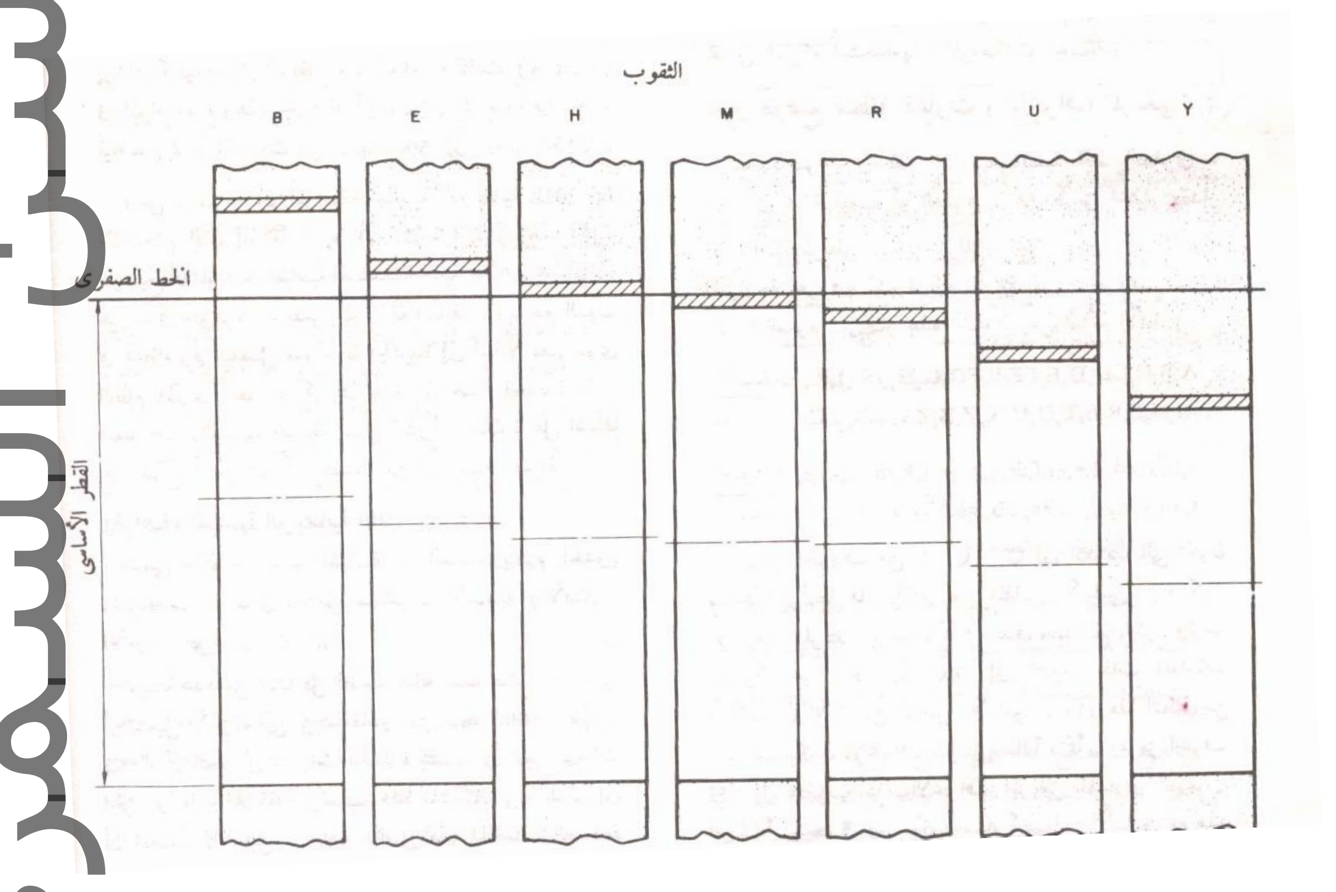
للثقوب:-

A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, JS, J, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC

للعمود:-

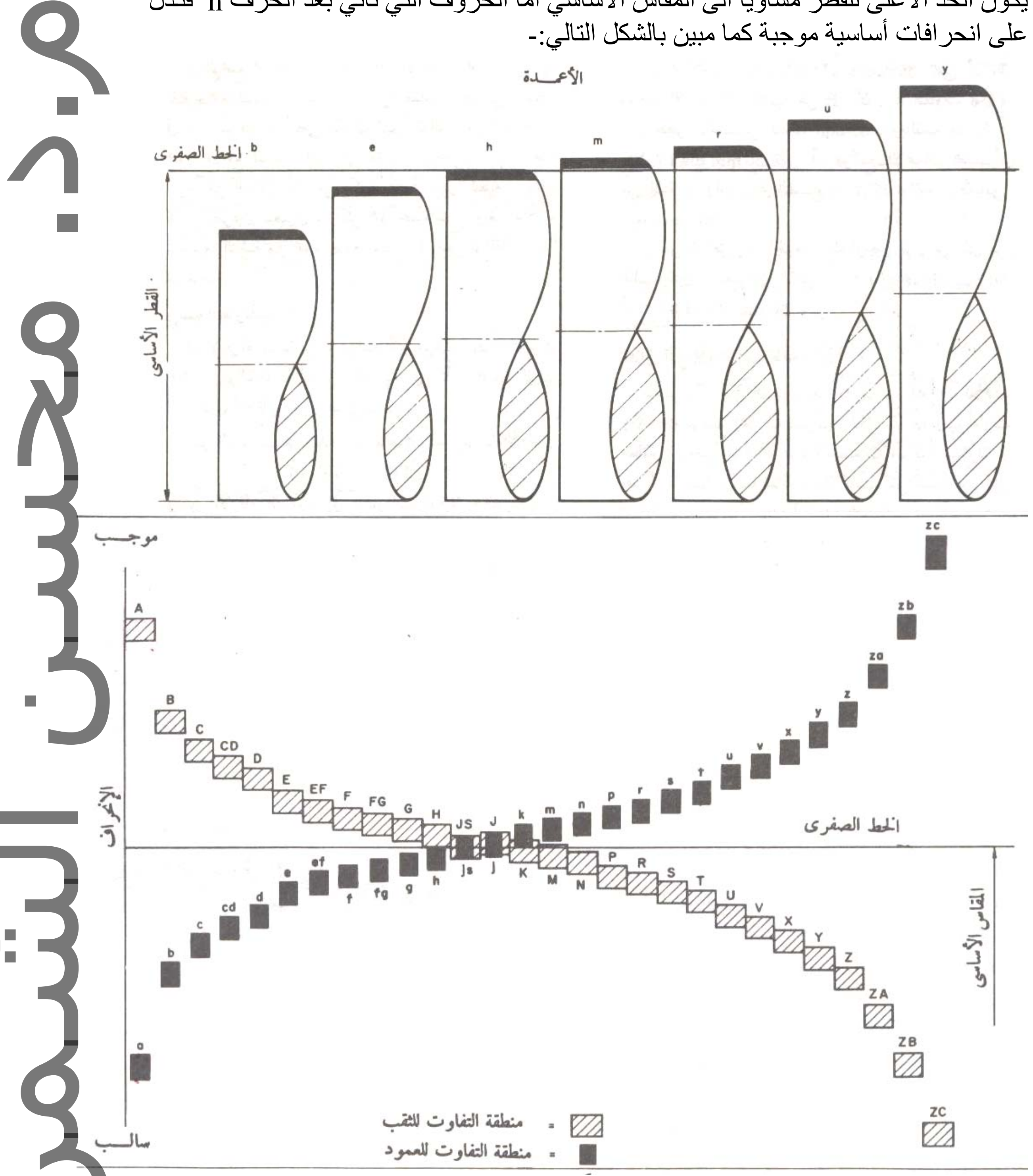
a, b, c, cd, d, e, ef ,f ,fg , g, h, js, j, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc

الحروف من A الى G ثقوب ذات مقاسات موسعة أي تكون أقطارها أكبر من المقاس الأساسي. ضمن هذا المجال يكون الانحراف الأساسي دائماً موجباً. يستعمل الحرف H للثقوب التي يكون الانحراف الأساسي فيها مساوياً الى الصفر، وفي هذه الحالة يصبح الحد الأدنى للمقاس مساوياً الى المقاس الأساسي. وكلما تبتعد الحروف من الحرف H تصغر الانحرافات الأساسية عن الصفر، أي تكون سالبة كما مبين ذلك في الشكل التالي:-



أ.م.د. محسن عبدالله الشمري **قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد**

يستخدم للعمود نظاماً مشابهاً لما استعمل للثقب الا ان الإشارات تكون معكوسة حيث تدل الحروف من a الى g الى أعمدة تكون فيها الانحرافات الأساسية سالبة، أي تكون أقطارها أصغر من المقاس الأساس. عند الحرف h يكون الانحراف الأساسي مساوياً الى الصفر حيث يكون الحد الأعلى للقطر مساوياً الى المقاس الأساسي أما الحروف التي تأتي بعد الحرف h فتدل على انحرافات أساسية موجبة كما مبين بالشكل التالي:-

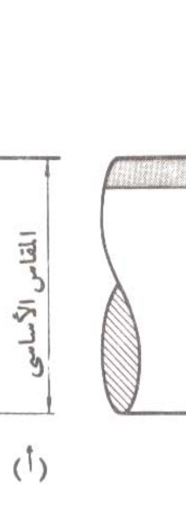
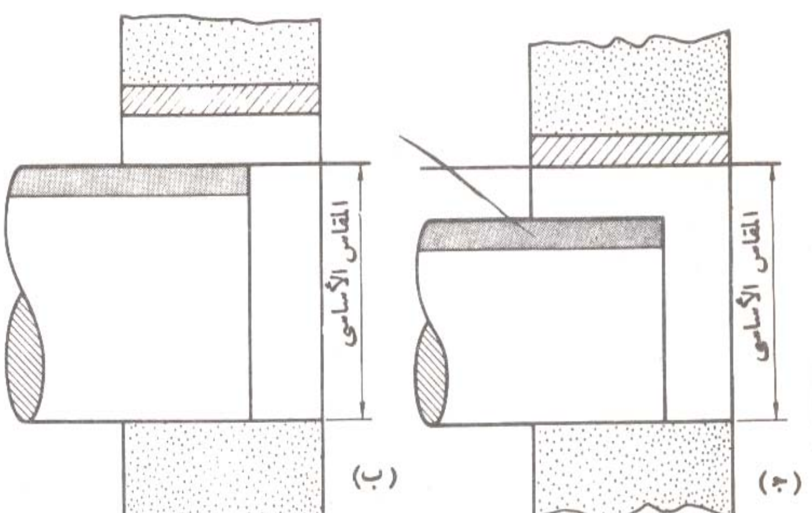


جداول التفاوتات

كما ذكر سابقاً فأن نظام التفاوت يشمل ٢٨ نوع من الثقوب و ٢٨ نوع من الأعمدة ولكل نوع ١٨ درجة من التفاوت. ان ذلك ينتج عدد هائل من التفاوتات ترتب عادة في جداول خاصة يمكن الرجوع اليها عند الحاجة. الا ان معظم المنتجات الهندسية، ولحسن الحظ، يمكن تغطيتها بجزء صغير من المجال الشامل. الجدول – ١ يبين تفاوتات مختارة للثقب ويبين الجدول – ٢ تفاوتات مختارة للعمود. تم اختيار هذه التفاوتات بموجب المواصفة الدولية (ISO 1829).
يعطي هذين الجدولين حدي الانحراف بالمايكرونات بالنسبة لبعض رموز التفاوت المختارة. ويبين الحقل الأيسر المقاسات الأساسية من ٠ الى ٥٠٠ مم.

التوافق في نظام التوافق ISO

بالاختيار المناسب لتفاوت كل من الثقب والعمود من جداول التفاوتات يمكن الحصول على التوافق المطلوب. ويجب أن نلاحظ بأنه ينبغي اختيار أحد نظامين، أما نظام توافق الثقب الأساس أو نظام توافق العمود الأساس. ويفضل عموماً اختيار نظام توافق الثقب الأساس. لأن تغيير قطر العمود وتثبيت قطر الثقب للحصول على التوافقات المختلفة يكون عملياً أسهل.
في نظام توافق الثقب الأساسيكون الانحراف السفلي للثقب صفر ويكون رمز منطقة التفاوت للثقب هو الحرف H ، أما في نظام توافق العمود الأساس يكون الانحراف العلوي للعمود صفر ويكون رمز منطقة التفاوت هو الحرف h.

تفاوت فى اتجاه واحد ، على أساس الثقب مقاس العمود أصغر من المقاس الأساسى

تفاوت فى اتجاه واحد ، على أساس العمود — مقاس الثقب أكبر من المقاس الأساسى .

مقاس الثقب أكبر من المقاس الأساسى ومقاس العمود أصغر من المقاس الأساسى

الجدول – ١

ISO - TOLERANCE ZONE FOR HOLE — VALUES OF DEVIATIONS IN MICRONS (1μ = 0.001 mm)

FOR DIAMETER STEP IN MILLIMETRE	A11	B11	C11	D10	E9	F8	G7	H11	H9	H8	H7	Js7	K7	N7	P7	R7	S7
— 3	+330 / +270	+200 / +140	+120 / +60	+60 / +20	+39 / +14	+20 / +6	+12 / +2	+60 / 0	+25 / 0	+14 / 0	+10 / 0	+5 / −5	0 / −10	−4 / −14	−6 / −16	−10 / −20	−14 / −24
> 3 — 6	+345 / +270	+215 / +140	+145 / +70	+78 / +30	+50 / +20	+28 / +10	+16 / +4	+75 / 0	+30 / 0	+18 / 0	+12 / 0	+6 / −6	+3 / −9	−4 / −16	−8 / −20	−11 / −23	−15 / −27
> 6 — 10	+370 / +280	+240 / +150	+170 / +80	+98 / +40	+61 / +25	+35 / +13	+20 / +5	+90 / 0	+36 / 0	+22 / 0	+15 / 0	+7.5 / −7.5	+5 / −10	−4 / −19	−9 / −24	−13 / −28	−17 / −32
> 10 — 18	+400 / +290	+260 / +150	+205 / +95	+120 / +50	+75 / +32	+43 / +16	+24 / +6	+110 / 0	+43 / 0	+27 / 0	+18 / 0	+9 / −9	+6 / −12	−5 / −23	−11 / −29	−16 / −34	−21 / −39
> 18 — 30	+430 / +300	+290 / +160	+240 / +110	+149 / +65	+92 / +40	+53 / +20	+28 / +7	+130 / 0	+52 / 0	+33 / 0	+21 / 0	+10.5 / −10.5	+6 / −15	−7 / −28	−14 / −35	−20 / −41	−27 / −48
> 30 — 40	+470 / +310	+330 / +170	+280 / +120	+180	+112	+64	+34	+160	+62	+39	+25	+12.5	+7	−8	−17	−25	−34
> 40 — 50	+480 / +320	+340 / +180	+290 / +130	+80	+50	+25	+9	0	0	0	0	−12.5	−18	−33	−42	−50	−59
> 50 — 65	+530 / +340	+380 / +190	+330 / +140	+220	+134	+76	+40	+190	+74	+46	+30	+15	+9	−9	−21	−30 / −60	−42 / −72
> 65 — 80	+550 / +360	+390 / +200	+340 / +150	+100	+60	+30	+10	0	0	0	0	−15	−21	−39	−51	−32 / −62	−48 / −78
> 80 — 100	+600 / +380	+440 / +220	+390 / +170	+260	+159	+90	+47	+220	+87	+54	+35	+17.5	+10	−10	−24	−38 / −73	−58 / −93
> 100 — 120	+630 / +410	+460 / +240	+400 / +180	+120	+72	+36	+12	0	0	0	0	−17.5	−25	−45	−59	−41 / −76	−66 / −101
> 120 — 140	+710 / +460	+510 / +260	+450 / +200	+305	+185	+106	+54	+250	+100	+63	+40	+20	+12	−12	−28	−48 / −88	−77 / −117
> 140 — 160	+770 / +520	+530 / +280	+460 / +210													−50 / −90	−85 / −125
> 160 — 180	+830 / +580	+560 / +310	+480 / +230	+145	+85	+43	+14	0	0	0	0	−20	−28	−52	−68	−53 / −93	−93 / −133
> 180 — 200	+950 / +660	+630 / +340	+530 / +240	+355	+215	+122	+61	+290	+115	+72	+46	+23	+13	−14	−33	−60 / −106	−105 / −151
> 200 — 225	+1030 / +740	+670 / +380	+550 / +260													−63 / −109	−113 / −159
> 225 — 250	+1110 / +820	+710 / +420	+570 / +280	+170	+100	+50	+15	0	0	0	0	−23	−33	−60	−79	−67 / −113	−123 / −169
> 250 — 280	+1240 / +920	+800 / +480	+620 / +300	+400	+240	+137	+69	+320	+130	+81	+52	+26	+16	−14	−36	−74 / −126	−138 / −190
> 280 — 315	+1370 / +1050	+860 / +540	+650 / +330	+190	+110	+56	+17	0	0	0	0	−26	−36	−66	−88	−78 / −130	−150 / −202
> 315 — 355	+1560 / +1200	+960 / +600	+720 / +360	+440	+260	+151	+75	+360	+140	+89	+57	+28.5	+17	−16	−41	−87 / −144	−169 / −226
> 355 — 400	+1710 / +1350	+1040 / +680	+760 / +400	+210	+125	+62	+18	0	0	0	0	−28.5	−40	−73	−98	−93 / −150	−187 / −244
> 400 — 450	+1900 / +1500	+1160 / +760	+840 / +440	+480	+290	+165	+83	+400	+155	+97	+63	+31.5	+18	−17	−45	−103 / −166	−209 / −272
> 450 — 500	+2050 / +1650	+1240 / +840	+880 / +480	+230	+135	+68	+20	0	0	0	0	−31.5	−45	−80	−103	−109 / −172	−229 / −292

أ.م.د. محسن عبدالله الشمري قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد

الجدول – ٢

FOR DIAMETER STEPS IN MILIMETER	ISO-TOLERANCE ZONE FOR SHAFT										VALUES OF DEVIATION IN MICRONS ($1\mu = 0.001$ mm)						
	a_{11}	b_{11}	c_{11}	d_9	e_8	f_7	g_6	h_{11}	h_9	h_7	h_6	js_6	k_6	n_6	p_6	r_6	s_6
– 3	−270 −330	−140 −200	−60 −120	−20 −45	−14 −28	−6 −16	−2 −8	0 −60	0 −25	0 −10	0 −6	+3 −3	+6 0	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14
> 3 – 6	−270 −345	−140 −215	−70 −145	−30 −60	−20 −38	−10 −22	−4 −12	0 −75	0 −30	0 −12	0 −8	+4 −4	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19
> 6 – 10	−280 −370	−150 −240	−80 −170	−40 −76	−25 −47	−13 −28	−5 −14	0 −90	0 −36	0 −15	0 −9	+4.5 −4.5	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23
> 10 – 18	−290 −400	−150 −260	−95 −205	−50 −93	−32 −59	−16 −34	−6 −17	0 −110	0 −43	0 −18	0 −11	+5.5 −5.5	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28
> 18 – 30	−300 −430	−160 −290	−110 −240	−65 −117	−40 −73	−20 −41	−7 −20	0 −130	0 −52	0 −21	0 −13	+6.5 −6.5	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35
> 30 – 40	−310 −470	−170 −330	−120 −280	−80	−50	−23	−9	0	0	0	0	+8	+18	+33	+42	+50	+59
> 40 – 50	−320 −480	−180 −340	−130 −290	−142	−89	−50	−25	−160	−62	−25	−16	−8	+2	+17	+26	+34	+42
> 50 – 65	−340 −530	−190 −380	−140 −330	−100	−60	−30	−10	0	0	0	0	+9.5	+21	+39	+51	+60 +41	+72 +53
> 65 – 80	−360 −550	−200 −390	−150 −340	−174	−106	−60	−29	−190	−74	−30	−19	−9.5	+2	+20	+32	+62 +43	+78 +59
> 80 – 100	−380 −600	−220 −440	−170 −390	−120	−72	−36	−12	0	0	0	0	+11	+25	+45	+59	+73 +51	+93 +71
> 100 – 120	−410 −630	−240 −460	−180 −400	−207	−126	−71	−34	−220	−87	−35	−22	−11	+3	+23	+37	+76 +54	+101 +79
> 120 – 140	−460 −710	−260 −510	−200 −450	−145	−85	−43	−14	0	0	0	0	+12.5	+28	+52	+68	+88 +63	+117 +92
> 140 – 160	−520 −770	−280 −530	−210 −460													+90 +65	+225 +100
> 160 – 180	−580 −830	−310 −560	−230 −480	−245	−148	−83	−39	−250	−100	−40	−25	−12.5	+3	+27	+43	+93 +68	+133 +108
> 180 – 200	−660 −950	−340 −630	−240 −530	−170	−100	−50	−15	0	0	0	0	+14.5	+33	+60	+79	+106 +77	+151 +122
> 200 – 225	−740 −1030	−380 −670	−260 −550													+109 +80	+159 +130
> 225 – 250	−820 −1110	−420 −710	−280 −570	−285	−172	−96	−44	−290	−115	−46	−29	−14.5	+4	+31	+50	+113 +84	+169 +140
> 250 – 280	−920 −1240	−480 −800	−300 −620	−190	−110	−56	−17	0	0	0	0	+16	+36	+66	+88	+126 +94	+190 +158
> 280 – 315	−1050 −1470	−520 −860	−330 −650	−320	−191	−108	−49	−320	−130	−52	−32	−16	+4	+34	+56	+130 +98	+202 +170
> 315 – 355	−1200 −1560	−600 −960	−360 −720	−210	−125	−62	−18	0	0	0	0	+18	+40	+73	+98	+144 +108	+226 +190
> 355 – 400	−1350 −1710	−680 −1640	−400 −760	−350	−214	−119	−54	−360	−140	−53	−36	−18	+4	+37	+62	+150 +114	+244 +208
> 400 – 450	−1500 −1900	−710 −1160	−440 −840	−230	−135	−68	−20	0	0	0	0	+20	+45	+80	+108	+166 +126	+272 +232
> 450 – 500	−1650 −2050	−840 −1240	−480 −880	−385	−232	−131	−60	−400	−155	−63	−40	−20	+5	+40	+68	+172 +132	+292 +252

توافقات مختارة

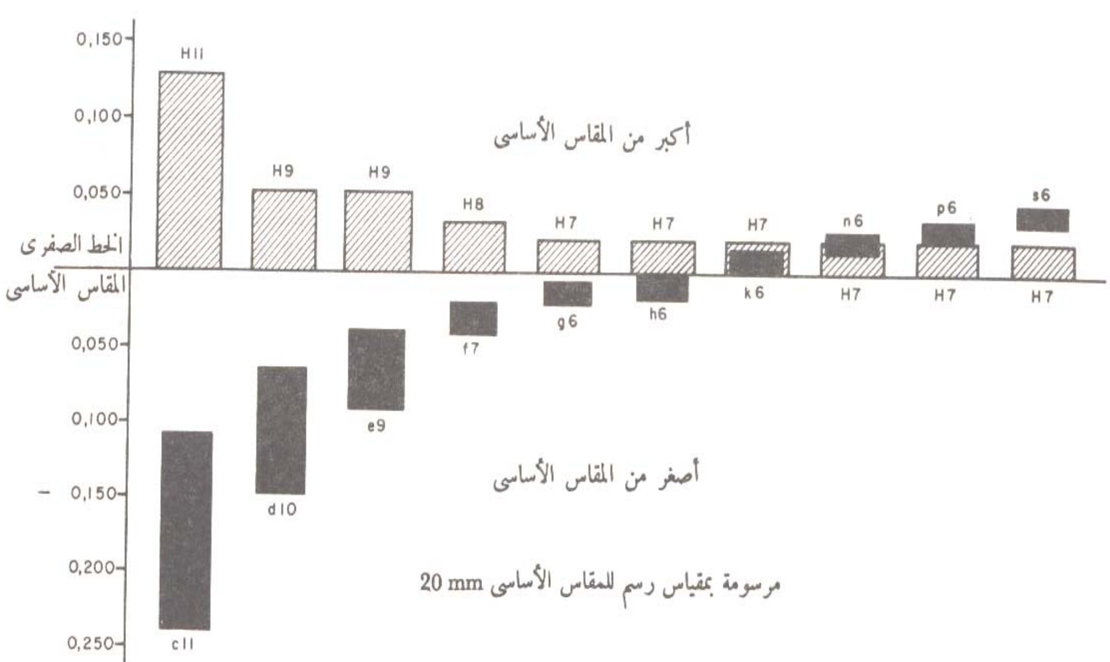
يفضل استعمال التوافقات المختارة التالية

١ – توافقات مختارة – نظام توافق الثقب الأساس

H11/c11	H9/d9	H9/c8	H8/f7	H7/g6
H7/h6	H7/k6	H7/n6	H7/p6	H7/s6

٢ – توافقات مختارة – نظام توافق العمود الأساس

C11/h11	D10/h9	E9/h8	F8/h7	G7/h6
H7/h6	K7/h6	N7/h6	P7/h6	S7/h6



وضع التوافقات على الرسم

يبين التوافق بإعطاء المقاس الأساسي المشترك لكلا الجزئين متبوعاً بالرمز الخاص بكل جزء علماً بأن رمز الثقب يكتب أولاً

مثال : 45 H8/g7

ويمكن كتابة التوافق المذكور كما يلي 45 H8 – g7

ويعني ذلك :

- المقاس الأساسي المشترك للثقب و العمود = ٤٥ مم
- نوع النظام – نظام توافق الثقب الأساس (الحرف H)

مثال ١

ماذا يعني 45g6 ؟

الحل:

- نوع الجزء هو عمود (حرف صغير)
- المقاس الأساسي = ٤٥ مم

- الانحراف العلوي = - ٩ مايكرومتر
- الانحراف السفلي = - ٢٥ مايكرومتر
- درجة التفاوت = ٦

مثال ٢
ماذا يعني 120H7 ؟
الحل :
- نوع الجزء هو ثقب (حرف كبير)
- المقاس الأساسي = ١٢٠ مم
- تقع منطقة التفاوت على خط الصفر (الحرف H)
- الانحراف العلوي = μ ٢٥
- الانحراف السفلي = ٠
- درجة التفاوت = ٧

مثال ٣
اذا كان المقاس الأساسي مع رمز التفاوت هو 80D10 جد مايلي:
نوع الجزء ، الانحراف العلوي والانحراف السفلي ، الحد الأعلى والحد الأدنى للمقاس ، مقدار التفاوت.
الحل :
- نوع الجزء = ثقب (حرف كبير)
- الانحراف العلوي = μ٢٢٠+
- الانحراف السفلي = μ١٠٠+
- الحد الأعلى للمقاس = المقاس الأساسي + الانحراف العلوي
  = ٨٠,٠٠٠ + ٠,٢٢٠ = ٨٠,٢٢٠ مم
- الحد الأدنى للمقاس = المقاس الأساسي + الانحراف السفلي
  = ٨٠,٠٠٠ + ٠,١٠٠ = ٨٠,١٠٠ مم
- مقــدار التفـــاوت = الحد الأعلى للمقاس – الحد الأدنى للمقاس
  = ٨٠,٢٢٠ – ٨٠,١٠٠ = ٠,١٢٠ مم

مثال في حساب التوافقات

إذا كان المقاس الأساسي لكل جزئين متقارنين مع رمز تفاوتهما هو كما يلي :
١- 20 H9/e8   ٢- 52 R7/h6   ٣- 80 H8/k6
جد مايلي ، رتب الإجابات في جدول
a) نوع نظام التوافق
b) المقاس الأساسي لكل جزء مع رموز التفاوت
c) الانحراف العلوي والانحراف السفلي للثقب و العمود
d) الحد الأعلى والحد الأدنى لمقاس الثقب و العمود
e) مقدار التفاوت للثقب و العمود
f) نوع التوافق
g) الخلوص الأعلى

h) الخلوص الأدنى
i) التداخل الأعلى
j) التداخل الأدنى

الجواب ١

a) نوع نظام التوافق : نظام توافق الثقب الأساس (الحرفH)
b) للثقب 20H9 ، للعمود 20e8
c) الانحراف العلوي للثقب = + ٠,٠٥٢ مم
الانحراف السفلي للثقب = ٠
الانحراف العلوي للعمود = - ٠,٠٤٠ مم
الانحراف السفلي للعمود = - ٠,٠٧٣ مم
d) الحد الأعلى لمقاس الثقب = ٢٠ + ٠,٠٥٢ = ٢٠,٠٥٢ مم
الحد الأدنى لمقاس الثقب = ٢٠ + ٠ = ٢٠,٠٠٠ مم
الحد الأعلى لمقاس العمود = ٢٠ + (-٠,٠٤٠) = ١٩,٩٦٠ مم
الحد الأدنى لمقاس العمود = ٢٠ + (- ٠,٠٧٣) = ١٩,٩٢٧ مم
e) تفاوت الثقب = ٢٠,٠٥٢ – ٢٠,٠٠٠ = ٠,٠٥٢ مم
f) تفاوت العمود = ١٩,٩٦٠ – ١٩,٩٢٧ = ٠,٠٣٣ مم
g) نوع التوافق = خلوصي
h) الخلوص الأعلى = الحد الأعلى لمقاس الثقب – الحد الأدنى لمقاس العمود
= ٢٠,٠٥٢ – ١٩,٩٢٧ = ٠,١٢٥ مم
i)الخلوص الأدنى = الحد الأدنى لمقاس الثقب – الحد الأعلى لمقاس العمود
= ٢٠,٠٠٠ – ١٩,٩٦٠ = ٠,٠٤٠ مم
j)لا يوجد تداخل

التسلسل	المقاس الأساسي (مم)	نظام التوافق	اسم الجزء	المقاس الأساسي مع الرمز	الانحراف العلوي µ	الانحراف السفلي µ	الحد الأعلى للمقاس (مم)	الحد الأدنى للمقاس (مم)	التفاوت µ	نوع التوافق	الخلوص الأعلى µ	الخلوص الأدنى µ	التداخل الأعلى µ	التداخل الأدنى µ
١	٢٠	ثقب الأساس	ثقب	20H9	+ 52	0	20.052	20.000	52	خلوصي	+125	+40	-----	-----
			عمود	20e8	- 40	- 73	19.960	19.927	33					
٢	٥٢	عمود الأساس	ثقب	52R7	- 30	- 60	51.970	51.940	30	تداخلي	-----	-----	-60	-11
			عمود	52h6	0	- 19	52.000	51.981	19					
٣	٨٠	ثقب الأساس	ثقب	80H8	+ 46	0	80.046	80.000	46	انتقالي	+44	-----	-21	-----
			عمود	80k6	+ 21	+ 2	80.021	80.002	19					

توافقات المساند

بالنسبة للمساند التدحرجية فأن حلقات المسند يتم تركيبها على المحاور أو داخل بيت المسند (Housing) بحيث لايحدث أي انزلاق نسبي أو أية حركة بين الأسطح المتماسة خلال عمل المسند أو عند التحميل. هذه الحركة النسبية (تسمى أحياناً بالزحف) بين الأسطح المتلاصقة للمساند والمحاور ممكن أن تحدث بالأتجاه القطري (Radial) أو الأتجاه المحوري (axial) أو باتجاه الدوران. هذه الحركة الزاحفة تحت الحمل تسبب ضرراً لحلقات المسند وللمحور ولبيت المسند على شكل التآكل بالحك (Abrasive wear) أو حزوز بسبب الاحتكاك. وهذا بدوره ممكن أن يؤدي الى دخول أجزاء مكشوطة الى داخل المسند تؤدي بدورها الى اهتزاز عالي وارتفاع بدرجات الحرارة مما يؤدي الى تقليل كفاءة الدوران. وللتأكد من ان هذا الأنزلاق لايحدث بين الأسطح المتماسة لحلقات للمسند مع المحور وبيت المسند فأن المسند يتم تركيبه بواسطة التوافق التداخلي.

ان التوافق التداخلي الأكثر فعالية هو ما يسمى التوافق المشدود (tight fit) او التوافق الانكماشي (shrink fit).

ان الفائدة من هذا التركيب المشدود (tight fit) للمساند ذات الجدران الرقيقة هي لتوفير الدعم المنتظم لتوزيع الحمل على كامل محيط الحلقة بدون خسارة في سعة الحمل للمسند. على أية حال فمع التوافق التداخلي الشديد فأن السهولة في تركيب وإزالة المسند تكون مفقودة وعندما يتم استعمال المساند الغير قابلة للفصل كمسند للتثبيت فتكون الحركة المحورية مستحيلة.

اختيار التوافق المناسب

ان اختيار التوافق المناسب يعتمد أساساً على العوامل التالية:-

١- اتجاه وطبيعة الحمل المسلط
٢- اذا كانت الحلقة الداخلية أو الخارجية هي التي تدور
٣- موقع تسليط الحمل على الحلقة الخارجية أم الداخلية
٤- اذا كان المل ساكناً أم متغيراً

حيث ان التوافق المناسب للأحمال الدوارة فالتوافق المطلوب هو التوافق المشدود أما للأحمال الساكنة فأن التوافق الأنتقالي أو الخلوصي يكون كافياً. كما موضح في الجدول أدناه.

التداخل يكون أكثر شدة للمساند ذات الأحمال العالية أو عندما يكون هناك اهتزازاً أو صدمات. أيضاً التوافق الأكثر شدة مطلوب في حالات تركيب المساند على المحاور المجوفة أو في الأغطية رقيقة الجدران أو الأغطية المصنوعة من السبائك الخفيفة أو المطاط.

في التطبيقات التي تتطلب دقة عالية أثناء الدوران فيتم استخدام المساند ذات الدقة العالية والمحاور والأغطية ذات السماحات التشغيلية العالية بدلاً من التوافق المشدود لضمان استقرارية المسند.

كما يجب تجنب التوافق ذات الشدة العالية قدر الإمكان حيث انهم يسببون تشوه المحاور أو الأغطية والتي تؤثر على حلقة المسند الدوارة وبالتالية على دقة دوران المسند.

بسبب ان تركيب المسند وازالته يصبح صعباً جداً في الحالات التي تكون فيها الحلقتين الدخلية والخارجية في المساند الغير قابلة للفصل مثل المساند الكروية ذات الأخدود العميق (Deep Groove Ball Bearings) تتطلب توافق مشدود لذلك احداها يجب ان تثبت بتوافق خلوصي.

Table 7.1 Radial load and bearing fit

Bearing rotation and load	Illustration	Ring load	Fit
Inner ring : Rotating Outer ring : Stationary Load direction : Constant	Static load	Rotating inner ring load	Inner ring : Tight fit
Inner ring : Stationary Outer ring : Rotating Load direction : Rotates with outer ring	Unbalanced load	Static outer ring load	Outer ring : Loose fit
Inner ring : Stationary Outer ring : Rotating Load direction : Constant	Static load	Static inner ring load	Inner ring : Loose fit
Inner ring : Rotating Outer ring : Stationary Load direction : Rotates with outer ring	Unbalanced load	Rotating outer ring load	Outer ring : Tight fit

Table 7.2 (1) Housing fits

Housing type	Load condition		Housing fits
Solid or split housing	Outer ring static load	All load conditions	H7
		Heat conducted through shaft	G7
	Direction indeterminate load	Light to normal	JS7
Solid housing		Normal to heavy load	K7
		Heavy shock load	M7
	Outer ring rotating load	Light or variable load	M7
		Normal to heavy load	N7
		Heavy load (thin wall housing) Heavy shock load	P7

Note: Fits apply to cast iron or steel housings. For light alloy housings, a tighter fit than listed is normally required.

Table 7.2 (2) Shaft fit

Bearing type	Load conditions		Ball bearings	Cylindrical and tapered roller bearings	Spherical roller bearings	Shaft fits
			Shaft diameter mm			
Cylindrical bore bearings	Rotating inner ring or indeterminate direction load	Light or fluctuating variable load	~ 18	—	—	h5
			18~100	~ 40	—	js6
			100~200	40~140	—	k6
			—	140~200	—	m6
		Normal to heavy load	~ 18	—	—	js5
			18~100	~ 40	~ 40	k5
			100~140	40~100	40~65	m5
			140~200	100~140	65~100	m6
			200~280	140~200	100~140	n6
			—	200~400	140~280	p6
			—	—	280~500	r6
		Very heavy or shock load	—	50~140	50~100	n6
			—	140~200	100~140	p6
			—	200~	140~	r6
	Static inner ring load	Inner ring axial displacement required	All shaft diameters			g6
		Easy axial displacement of inner ring not required	All shaft diameters			h6
Tapered bore bearings (With sleeve)	All load		All shaft diameters			h9/IT5

Note:
1. All values and fits listed are for solid steel shafts.
2. For radial bearings under axial loads, all shaft tolerance range classes are js6.
3. Load classifications are as follows:
   Light load: $P_r \le 0.06\ C_r$
   Normal load: $0.06\ C_r < P_r \le 0.12\ C_r$
   Heavy load: $P_r > 0.12\ C_r$

   where,

   P_r: Bearing equivalent load
   C_r: Bearing basic dynamic load rating

Table 7.3 Solid type needle roller bearing fits

Table 7.3 (1) Shaft fit

Conditions			Shaft fits
Load type	Scale of load	Shaft diameter *d* mm	
Rotating inner ring or indeterminate direction load	Light load	~ 50	j5
	Normal load	~ 50	k5
		50~150	m5
		150~	m6
	Heavy load and shock load	~ 150	m6
		150~	n6
Static inner ring load	Medium & low speed revolution, light load	All sizes	g6
	General application	All sizes	h6
	When high rotation accuracy is required	All sizes	h5

Table 7.3 (2) Housing fit

Conditions		Housing fits
Static inner ring load	Normal to heavy load	J7
	Normal loads with split housings	H7
Outer ring rotating load	Light loads	M7
	Normal loads	N7
	Heavy and normal loads	P7
Direction indeterminate load	Light loads	J7
	Normal load	K7
	Very heavy or shock load	M7
High demands on running accuracy with light load		K6

Table 7.4 Standard fits for thrust bearings

Table 7.4 (1) Shaft fits

Load conditions		Shaft diameter	Shaft fits
"Pure" axial load (All thrust bearings)		All sizes	js6
Combined load: spherical roller thrust bearings	Static inner ring loads	All sizes	js6
	Inner ring rotating load or direction indeterminate	~200	k6
		200~400	m6
		400~	n6

Table 7.4 (2) Housing fits

Load conditions		Housing fits	Remarks
"Pure" axial load: All thrust bearings	When another bearing is used to support radial load	—	Clearance given between outer ring and housing
		H8	Accuracy required with thrust ball bearings
Combined load: spherical roller thrust bearings	Static outer ring load	H7	—
	Outer ring rotating load or direction indeterminate load	K7	Normal usage conditions
		M7	Relatively heavy

Table 7.5 Fits for electric motor bearings

Shaft or housing	Deep groove ball bearings			Cylindrical roller bearings		
	Shaft or housing bore diameter mm		Fits	Shaft or housing bore diameter mm		Fits
	over	incl.		over	incl.	
Shaft	—	18	j5	—	40	k5
	18	100	k5	40	160	m5
	100	160	m5	160	200	n5
Housing	All Sizes		H6 or J6	All sizes		H6 or J6

Table 7.6 Fitting values for radial bearings, Class 0

Table 7.6 (1) Shaft fit

Nominal bore diameter of bearing *d* (mm)		Δ_{dmp}		g5	g6	h5	h6	j5	js5	j6
				bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft
over	incl.	high	low							
3	6	0	–8	4T~9L	4T~12L	8T~5L	8T~8L	11T~2L	10.5T~2.5L	14T~2L
6	10	0	–8	3T~11L	3T~14L	8T~6L	8T~9L	12T~2L	11T~3L	15T~2L
10	18	0	–8	2T~14L	2T~17L	8T~8L	8T~11L	13T~3L	12T~4L	16T~3L
18	30	0	–10	3T~16L	3T~20L	10T~9L	10T~13L	15T~4L	14.5T~4.5L	19T~4L
30	50	0	–12	3T~20L	3T~25L	12T~11L	12T~16L	18T~5L	17.5T~5.5L	23T~5L
50	80	0	–15	5T~23L	5T~29L	15T~13L	15T~19L	21T~7L	21.5T~6.5L	27T~7L
80	120	0	–20	8T~27L	8T~34L	20T~15L	20T~22L	26T~9L	27.5T~7.5L	33T~9L
120	140									
140	160	0	–25	11T~32L	11T~39L	25T~18L	25T~25L	32T~11L	34T~9L	39T~11L
160	180									
180	200									
200	225	0	–30	15T~35L	15T~44L	30T~20L	30T~29L	37T~13L	40T~10L	46T~13L
225	250									
250	280	0	–35	18T~40L	18T~49L	35T~23L	35T~32L	42T~16L	46.5T~11.5L	51T~16L
280	315									
315	355	0	–40	22T~43L	22T~54L	40T~25L	40T~36L	47T~18L	52.5T~12.5L	58T~18L
355	400									
400	450	0	–45	25T~47L	25T~60L	45T~27L	45T~40L	52T~20L	58.5T~13.5L	65T~20L
450	500									

Table 7.6 (2) Housing fit

Nominal bore diameter of bearing *D* (mm)		Δ_{dmp}		G7	H6	H7	J6	J7	Js7	K6
				housing bearing	housing bearing	housing bearing	housing bearing	housing bearing	housing bearing	housing bearing
over	incl.	high	low							
6	10	0	–8	5L~28L	0~17L	0~23L	4T~13L	7T~16L	7.5T~15.5L	7T~10L
10	18	0	–8	6L~32L	0~19L	0~26L	5T~14L	8T~18L	9T~17L	9T~10L
18	30	0	–9	7L~37L	0~22L	0~30L	5T~17L	9T~21L	10.5T~19.5L	11T~11L
30	50	0	–11	9L~45L	0~27L	0~36L	6T~21L	11T~25L	12.5T~23.5L	13T~14L
50	80	0	–13	10L~53L	0~32L	0~43L	6T~26L	12T~31L	15T~28L	15T~17L
80	120	0	–15	12L~62L	0~37L	0~50L	6T~31L	13T~37L	17.5T~32.5L	18T~19L
120	150	0	–18	14L~72L	0~43L	0-~58L	7T~36L	14T~44L	20T~38L	21T~22L
150	180	0	–25	14L~79L	0~50L	0~65L	7T~43L	14T~51L	20T~45L	21T~29L
180	250	0	–30	15L~91L	0~59L	0~76L	7T~52L	16T~60L	23T~53L	24T~35L
250	315	0	–35	17L~104L	0~67L	0~87L	7T~60L	16T~71L	26T~61L	27T~40L
315	400	0	–40	18L~115L	0~76L	0~97L	7T~69L	18T~79L	28.5T~68.5L	29T~47L
400	500	0	–45	20L~128L	0~85	0~108	7T~78L	20T~88L	31.5T~76.5L	32T~53L

Unit μm

js6	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6
bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft	bearing shaft
12T~4L	14T~1T	17T~1T	17T~4T	20T~4T	24T~8T	28T~12T	—
12.5T~4.5L	15T~1T	18T~1T	20T~6T	23T~6T	27T~10T	32T~15T	—
13.5T~5.5L	17T~1T	20T~1T	23T~7T	26T~7T	31T~12T	37T~18T	—
16.5T~6.5L	21T~2T	25T~2T	27T~8T	31T~8T	38T~15T	45T~22T	—
20T~8L	25T~2T	30T~2T	32T~9T	37T~9T	45T~17T	54T~26T	—
24.5T~9.5L	30T~2T	36T~2T	39T~11T	45T~11T	54T~20T	66T~32T	—
31T~11L	38T~3T	45T~3T	48T~13T	55T~13T	65T~23T	79T~37T	—
37.5T~12.5L	46T~3T	53T~3T	58T~15T	65T~15T	77T~27T	93T~43T	113T~63T 115T~65T 118T~68T
44.5T~14.5T	54T~4T	63T~4T	67T~17T	76T~17T	90T~31T	109T~50T	136T~77T 139T~80T 143T~84T
51T~16L	62T~4T	71T~4T	78T~20T	87T~20T	101T~34T	123T~56T	161T~94T 165T~98T
58T~18L	69T~4T	80T~4T	86T~21T	97T~21T	113T~37T	138T~62T	184T~108T 190T~114T
65T~20L	77T~5T	90T~4T	95T~23T	108T~23T	125T~40T	153T~68T	211T~126T 217T~132T

Unit μm

K7	M7	N7	P7
housing bearing	housing bearing	housing bearing	housing bearing
10T~13L	15T~8L	19T~4L	24T~1T
12T~14L	18T~8L	23T~3L	29T~3T
15T~15L	21T~9L	28T~2L	35T~5T
18T~18L	25T~11L	33T~3L	42T~6T
21T~22L	30T~13L	39T~4L	51T~8T
25T~25L	35T~15L	45T~5L	59T~9T
28T~30L	40T~18L	52T~6L	68T~10T
28T~37L	40T~25L	52T~13L	68T~3T
33T~43L	46T~30L	60T~16L	79T~3T
36T~51L	52T~35L	66T~21L	88T~1T
40T~57L	57T~40L	73T~24L	98T~1T
45T~63L	63T~45L	80T~28L	108T~0

Table 7.7　Fits for inch series tapered roller bearing (ANSI class 4)

Table 7.7 (1)　Fit with shaft

Unit μm
0.0001 inch

Load conditions		Shaft diameter d mm, inch over	incl.	Cone bore tolerance[2] Δ_{ds} high	low	Shaft tolerance high	low	Extreme fits[3] max ~ min
Rotating cone load	Normal loads, no shock	— —	76.200 3.0000	+13 +5	0 0	+38 +15	+26 +10	38T~13T 15T~5T
		76.200 3.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0	+64 +25	+38 +15	64T~13T 25T~5T
	Heavy loads or shock loads	— —	76.200 3.0000	+13 +5	0 0	Use average tight cone fit of 0.5μm/mm, (0.0005 inch/inch) of cone bore, use a minimum fit of 25μm, 0.0010 inch tight.		
		76.200 3.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0			
Stationary cone load	Cone axial displacement on shaft necessary[1]	— —	76.200 3.0000	+13 +5	0 0	0 0	−13 −5	0~26L 0~10L
		76.200 3.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0	0 0	−25 −10	0~51L 0~20L
	Cone axial displacement on shaft unnecessary	— —	76.200 3.0000	+13 +5	0 0	+13 +5	0 0	13T~13L 5T~5L
		76.200 3.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0	+25 +10	0 0	25T~25L 10T~10L

1)　Applies only to ground shafts.
2)　For bearings with negation deviation indicated in bearing tables, same fit applies.
3)　T=tight, L=loose, d=cone bore, mm, inch
Note:　For bearings higher than class 2, consult NTN.

Table 7.7 (2)　Fit with housing

Unit μm
0.0001 inch

Load conditions		Housing bore diameter mm, inch over	incl.	Cup O.D. tolerance[1] high	low	Housing bore tolerance high	low	Extreme fits[2] max ~ min
Stationary cup load	Light and normal loads: cup easily axially displaceable	— —	76.200 3.0000	+25 +10	0 0	+76 +30	+50 +20	25L~76L 10L~30L
		76.200 3.0000	127.000 5.0000	+25 +10	0 0	+76 +30	+50 +20	25L~76L 10L~30L
		127.000 5.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0	+76 +30	+50 +20	25L~76L 10L~30L
	Light and normal loads: cup axially adjustable	— —	76.200 3.0000	+25 +10	0 0	+25 +10	0 0	25T~25L 10T~10L
		76.200 3.0000	127.000 5.0000	+25 +10	0 0	+25 +10	0 0	25T~25L 10T~10L
		127.000 5.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0	+51 +20	0 0	25T~51L 10T~20L
	Heavy loads: cup not axially displaceable	— —	76.200 3.0000	+25 +10	0 0	−13 −5	−39 −15	64T~13T 25T~5T
		76.200 3.0000	127.000 5.0000	+25 +10	0 0	−25 −10	−51 −20	76T~25T 30T~10T
		127.000 5.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0	−25 −10	−51 −20	76T~25T 30T~10T
Rotating cup load	Cup not axially displaceable	— —	76.200 3.0000	+25 +10	0 0	−13 −5	−39 −15	64T~13T 25T~5T
		76.200 3.0000	127.000 5.0000	+25 +10	0 0	−25 −10	−51 −20	76T~25T 30T~10T
		127.000 5.0000	304.800 12.0000	+25 +10	0 0	−25 −10	−51 −20	76T~25T 30T~10T

1)　For bearings with negation deviation indicated in bearing tables, same fit applies.
2)　T=tight, L=loose
Note:　For bearings higher than class 2, consult NTN.

Table 7.8 Fits for inch series tapered roller bearing (ANSI classes 3 and 0)

Table 7.8 (1) Fit with shaft

Unit μm
0.0001 inch

Load conditions		Shaft diameter mm, inch		Cone bore[2] tolerance		Shaft tolerance		Extreme fits[3]	
		over	incl.	high	low	high	low	max	min
Rotating cone load	precision machine tool spindles	— —	304.800 12.0000	+13 +5	0 0	+31 +12	+18 +7	31T~5T 12T~2T	
	heavy loads, or high speed or shock	— — 76.200 3.0000	76.200 3.0000 304.800 12.0000	+13 +5 +13 +5	0 0 0 0	Use minimum tight cone fit of 0.25μm/mm (0.00025 inch/inch) of cone bore.			
Stationary cone load	precision machine tool spindles	— —	304.800 12.0000	+13 +5	0 0	+31 +12	+18 +7	31T~5T 36T~2T	

Note: Must be applied for maximum bore dia. 241.300mm (9.500 inch) in case of class 0 product.

Note 1) T=tight, L=loose
2) Must be applied for maximum cup OD 304.800mm (12.000 inch) case of class 0 product.

Unit μm
0.0001 inch

Table 7.8 (2) Fit with housing

Load conditions		Housing bore diameter mm, inch		Cup O.D. tolerance		Housing bore tolerance		Extreme fits[2]	
		over	incl.	high	low	high	low	max	min
Stationary cup load	Floating	— — 152.400 6.0000	152.400 6.0000 304.800 12.0000	+13 +5 +13 +5	0 0 0 0	+38 +15 +38 +15	+26 +10 +26 +10	13L~38L 5L~15L 13L~38L 5L~14L	
	Clamped	— — 152.400 6.0000	152.400 6.0000 304.800 12.0000	+13 +5 +13 +5	0 0 0 0	+25 +10 +25 +10	+13 +5 +13 +5	0~25L 0~10L 0~25L 0~10L	
	Adjustable	— — 152.400 6.0000	152.400 6.0000 304.800 12.0000	+13 +5 +13 +5	0 0 0 0	+13 +5 +25 +10	0 0 0 0	13T~13L 5T~5L 13T~25L 5T~10L	
	Nonadjustable or in carriers	— — 152.400 6.0000	152.400 6.0000 304.800 12.0000	+13 +5 +13 +5	0 0 0 0	0 0 0 0	–12 –5 –25 –10	25T~0 10T~0 38T~0 15~0	
Rotating cup load	Nonadjustable or in carriers	— — 152.400 6.0000	152.400 6.0000 304.800 12.0000	+13 +5 +13 +5	0 0 0 0	–13 –5 –13 –5	–25 –10 –38 –15	38T~13T 15T~5T 51T~13T 20T~5T	

Note 1) T=tight, L=loose
2) Must be applied for maximum cup OD 304.800mm (12.000 inch) case of class 0 product.

أ.م.د. محسن عبدالله الشمري قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد

الممارسة الصحيحة لتنظيف وتركيب وإزالة المسند

مميزات و عوائق استخدام المساند

المميزات

١- الحفظ الأستثنائي للطاقة.
٢- كفاءة بارزة في التزييت.
٣- نظيف.
٤- العمل بكلف واطئة.
٥- ضمان الدقة العالية للماكنة.
٦- القياسية (مشترك حول العالم)
٧- قابل للتحميل المسبق.
٨- ممكن أن يزيت بالشحم.

العوائق

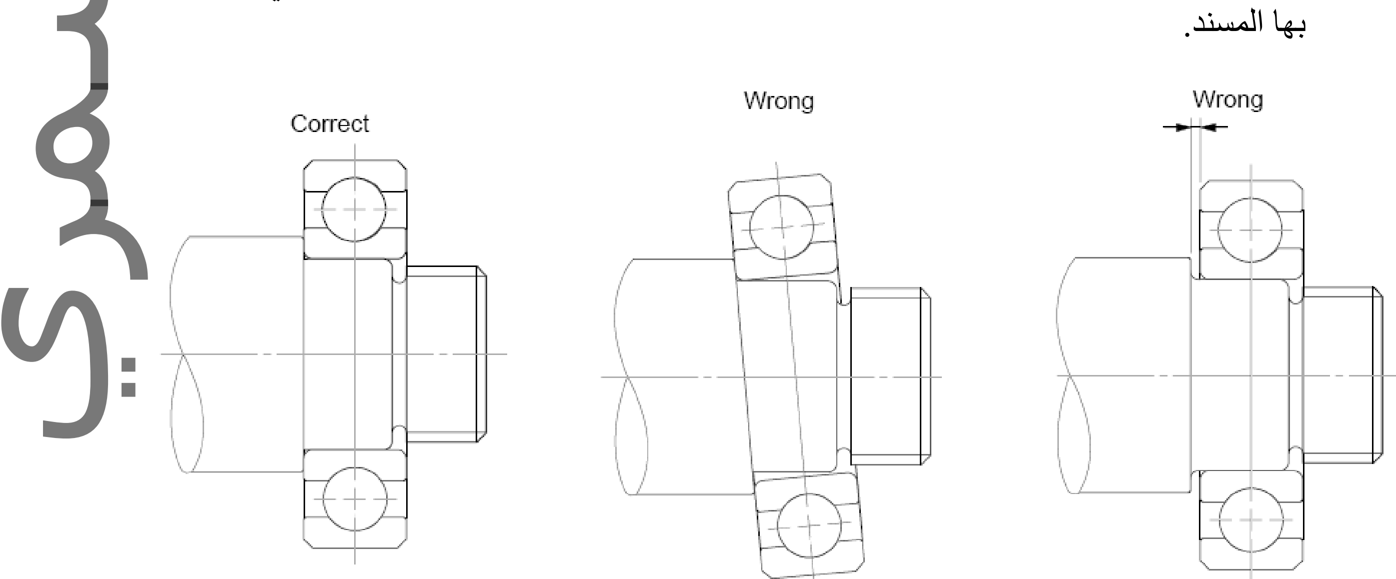
١- يصدأ بسهولة.
٢- حساس جداً للأوساخ.
٣- يتطلب عناية يدوية فائقة.

الإجراءات الوقائية عند تركيب المسند.

١- ان النقطة المهمة بالتعامل مع المسند هو أن يحافظ عليه نظيفاً.
٢- تغلغل الأوساخ أو التلوثات هو السبب الرئيسي في الفشل المبكر.
٣- يجب تركيب المسند باستخدام عدة نظيفة في مكان العمل النظيف.
٤- تستخدم عدة من الخشب أو المعادن الخفيفة لتركيب المسند في مكانه. تجنب العدة التي تسبب التشذر للمسند.
٥- يجب فتح المسند من العلبة عند بدء تركيبه.
٦- يجب تنظيف الأيدي قبل مسك المسند.
٧- أغلب المساند ممكن أن تركب بدون ازالة الشحم مانع الصدأ منها.
٨- يجب عدم صدم أو رمي المسند حيث اذا تضرر المسند شكلاً فأنه لن يقوم بعمله بصورة صحيحة.

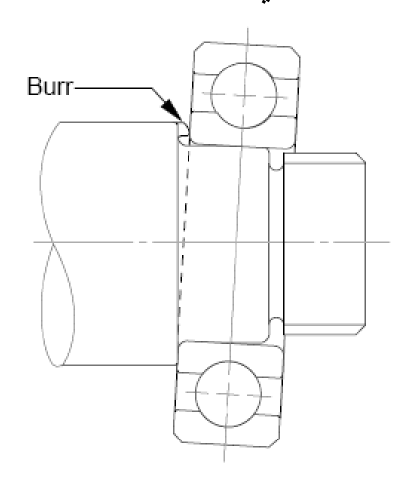
الفحص قبل التركيب

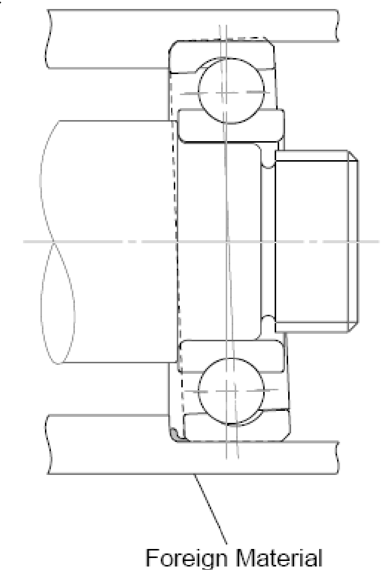
يجب فحص المحور والهاوزنك للتأكد من انهما قد انهيا الى الأبعاد المثبتة في الرسم الهندسي الخاص بهما. كذلك يجب فحص الأركان والزوايا القائمة للمحور والهاوزنك من الجهة التي يثبت بها المسند.



تحضيرات تركيب المسند

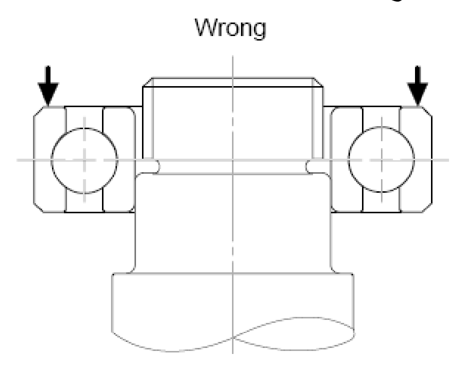
يجب التأمد من الأوجه التي سيثبت عليها المسند في المحور أو الهاوزنك خالية من الخدوش و نتوء وأوساخ أو بقايا رمل السباكة في الهاوزنك. يجب ازالة الخدوش أو النتوءات اذا وجدت حتى لو كانت صغيرة جداً باستخدام الأحجار الزيتية أو ورق تنعيم دقيق. بعد ذلك يتم طلاء منطقة التثبيت بواسطة زيت معدني لتسهيل عملية تركيب المسند بدن أي خدوش.

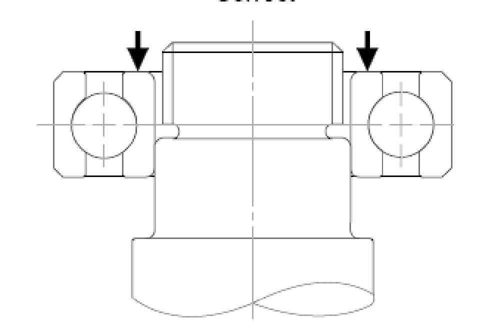


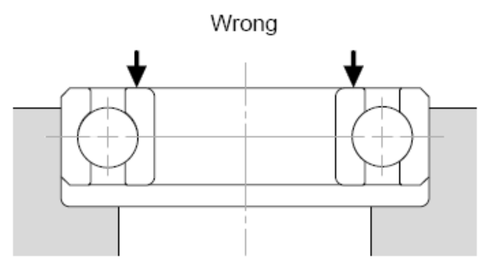


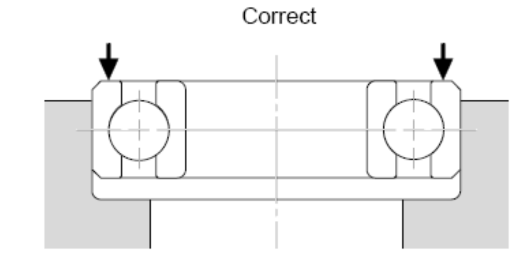
أسطح الضغط في تركيب المساند

يجب الضغط على الحلقة الداخلية للمسند عند تركيبه في المحور. بينما يكون الضغط على الحلقة الخارجية عند تركيب المسند في الهاوزنك. يجب تجنب اجراء العكس لأنه سيؤدي الى فشل المسند حالاً أو لاحقاً بسبب تضرر ممر المتدحرجات والمتدحرجات.



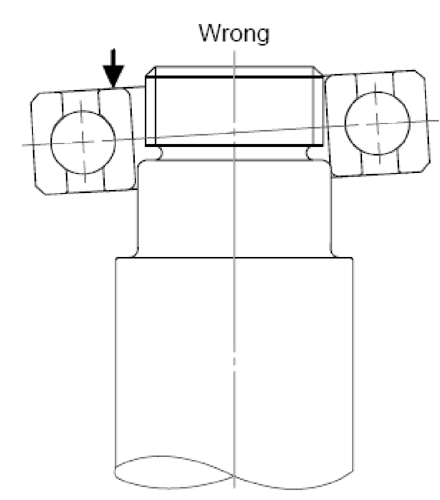


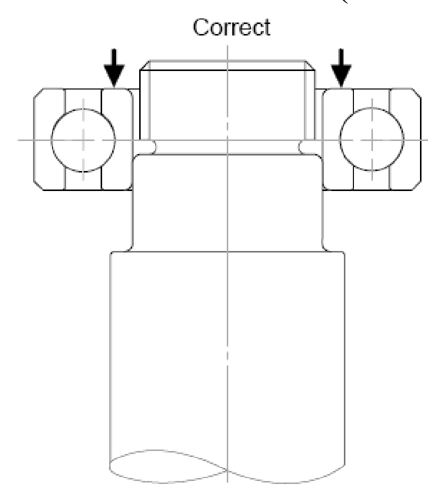




طريقة الضغط عند تركيب المسند

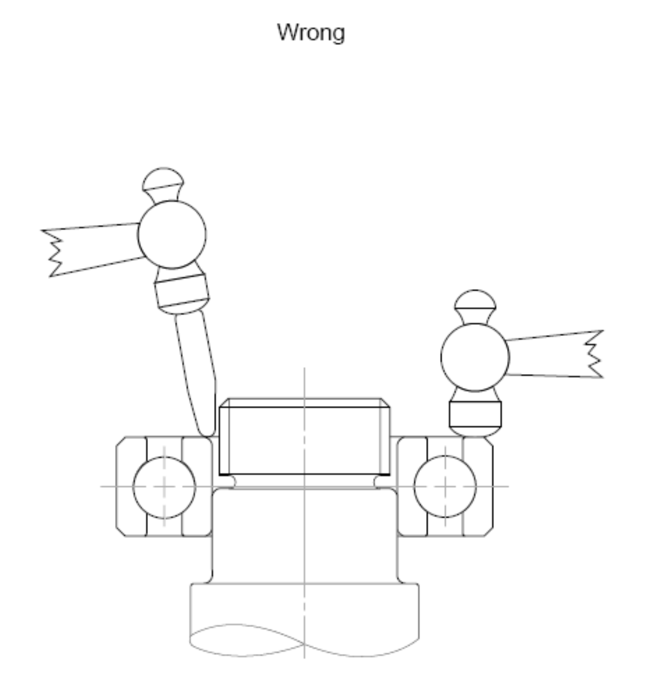
يجب تسليط قوى متساوية على وجه المسند وبزاوية قائمة. تجنب الضغط على جهة واحدة حيث ذلك سيؤدي الى اضرار المسند. لاتسلط القوى نهائياً على القفص (Retainer) أو الأختام (Seals).

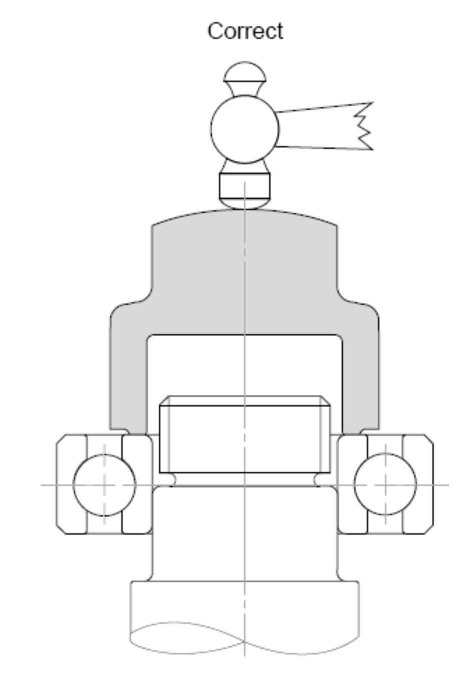




التركيب باستخدام مطرقة و أداة تركيب أخرى

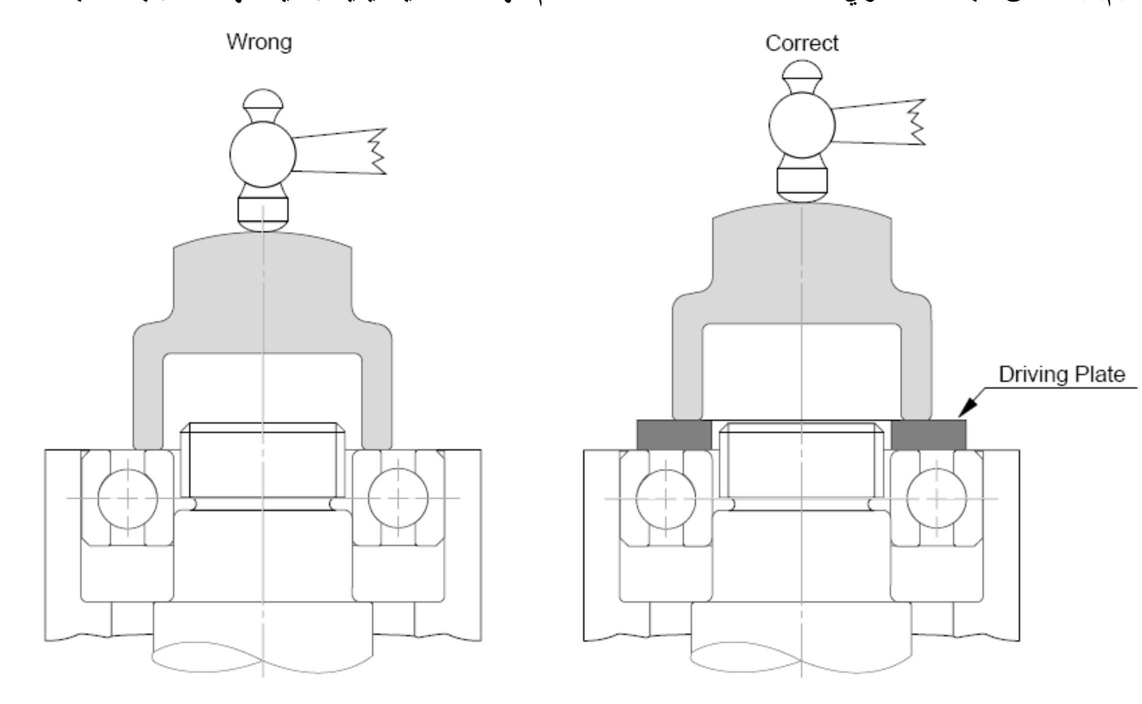
في أغلب الأحيان يتم تركيب المسند بواسطة مطرقة وعدة تركيب أخرى. يجب عدم الطرق على المسند بصورة مباشرة حيث ان ذلك سيؤدي الى اضرار المسند. يجب الضرب على عدة التركيب كما مبين أدناه ثم اضرب عدة التركيب بشكل خفيف واستخدم عدة ضربات.





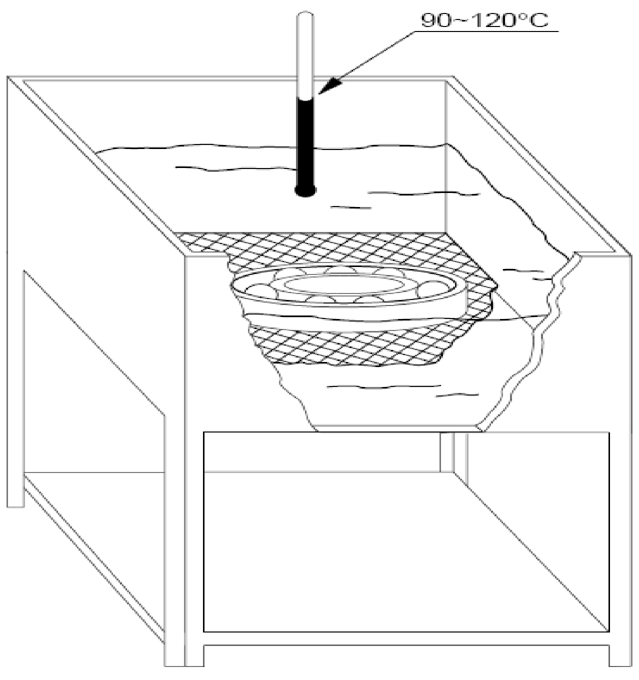
تركيب الحلقة الداخلية والخارجية معاً

اذا كان المطلوب تثبيت الحلقة الداخلية والخارجية معاً بتوافق تداخلي (Interference Fit) للحاجة لذلك حسب التصميم، عندها يجب استخدام صفيحة بحيث تغطي الحلقتين معاً كما مبين بالشكل أدناه. القوة المسلطة يجب توجه بانتظام على كلا الحلقتين في آن واحد أم اذا تم التسليط على الحلقة الداخلية فأن ضرراً سوف ينتج.



التثبيت الحراري

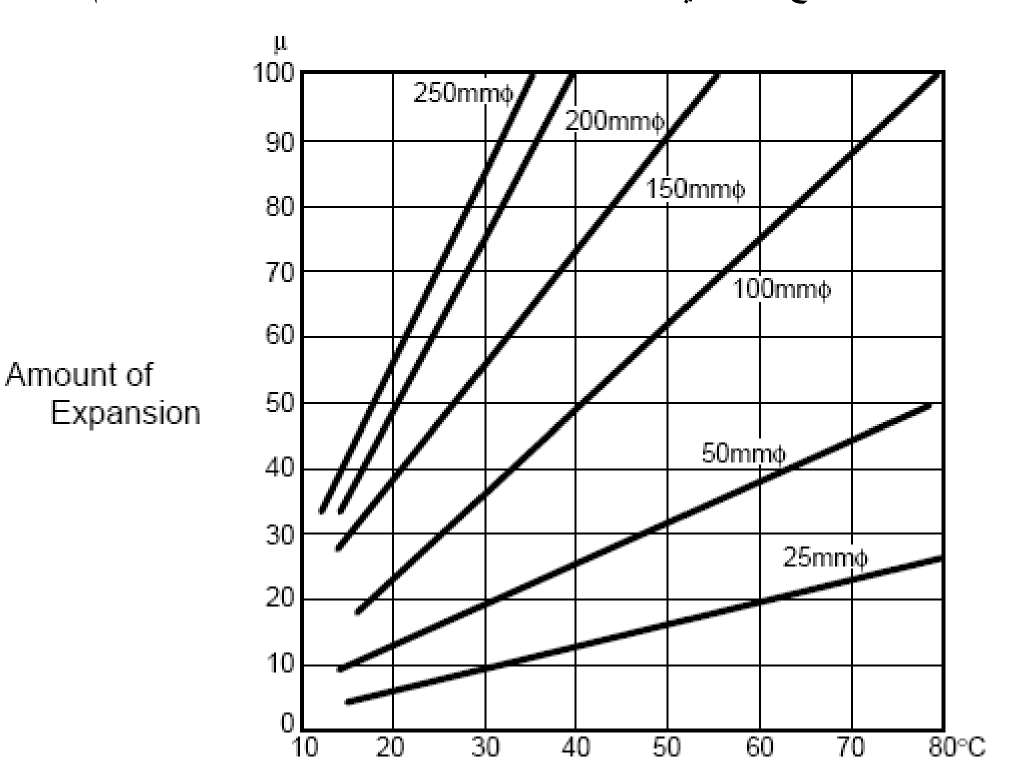
ان الطريقة الشائعة في تثبيت المساند للحصول على توافق تداخلي هي في تسخين المسند بواسطة زيت معدني الى درجة حرارة بين ٩٠ الى ١٢٠ درجة مئوية. هذا سيؤدي الى توسيع القطر الداخلي للحلقة الداخلية للمسند وتسهيل عملية التركيب على المحور. لا تسخن مطلقاً المسند الى أعلى من ١٢٠ درجة مئوية لأن هذا ممكن أن يؤدي الى تقليل صلادة المسند. يجب تعليق المسند بواسطة حبل أو دعمه بواسطة منخل (مشبك)، لاتضع المسند يلامس قاع وعاء الزيت. عندما تصل درجة حرارة المسند الى ال ١٢٠ درجة أو أقل يجب أن يثبت في مكانه بسرعة. سوف يتقلص المسند عندما يبرد فمن المحتمل أن تتكون فجوة هوائية بين كتف المحور والمسند حينها يجب دفع المسند بواسطة عدة تركيب للتخلص من هذه الفجوة.



Heating container

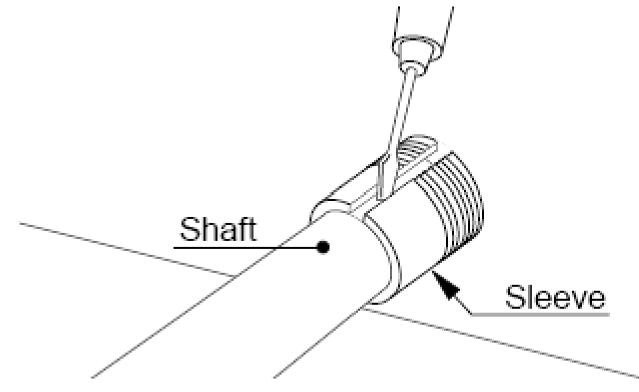
توسع المسند

يتوسع المسند عندما يسخن كما يلاحظ في الشكل أدناه. ان معامل التوسع الخطي ($1.25x10^{-5}$). يجب تذكر ان التوسع الحراري هو ١ مايكرومتر لكل ١ درجة مئوية لكل ١٠٠ملم قطر.



تركيب غطاء المحور (الكُم)

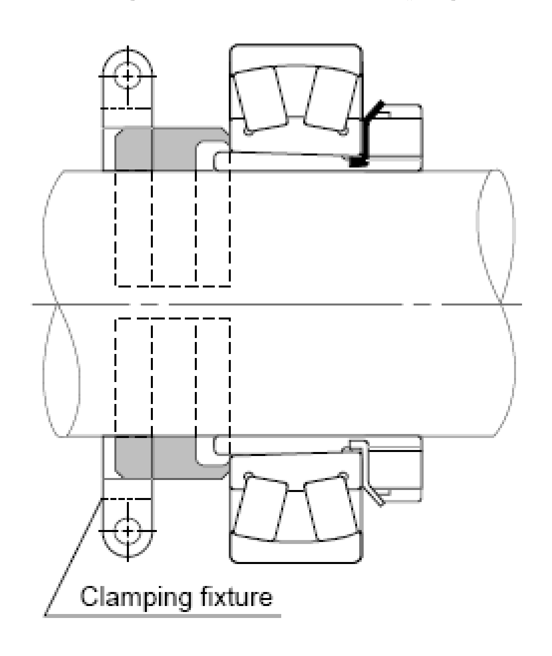
بصورة عامة فأن وصيلة الكُم (Adapter Sleeve) لاتحتاج الى تنظيف بواسطة محلول فقط تنظف من شحم مانع الصدأ بواسطة قطعة قماش نظيفة قبل التركيب. من الممكن تركيب الكم (الجلبة) بسهولة على المحور عن طريق طلاء جدار الكم (Sleeve) بواسطة زيت معدني ثم يتم فتح الكم بواسطة مفك لتسهيل دخوله. ثم يتم قياس مقدار الخلوص المطلوب ليتم الشد قبل التركيب.



تحديد موضع المسند

ان المسند الذي يركب بواسطة وصيلة تجميع مريح جداً لأنه من الممكن السيطرة على موقعه الطولي في المحور. على أية حال فمن الصعوبة وضعه في المكان المضبوط جداً. أما اذا كان موقع المسند حرج يستخدم ترتيبية مسك حيث ستساعد على تركيب المسند بسهولة. ثم يتم زنق

الصامولة بحيث يمون جانب الماسك متماس تماماً مع المسند بصورة صحيحة. لا تزيل الماسك حتى تتأكد من أن المسند أصبح في مكانه الدقيق والا أصبح المسند منحرفاً.



زنق الصامولة

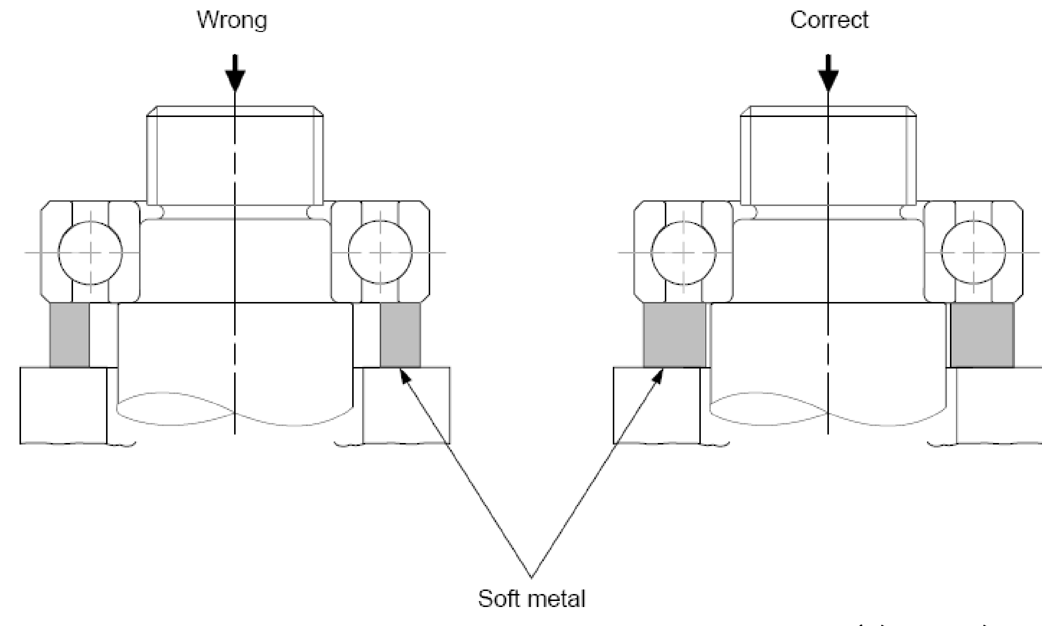
تتم عملية زنق الصامولة بواسطة مفتاح ربط أو بواسطة مطرقة مع أداة تركيب مع فحص الخلوص القطري بتكرار بواسطة مقياس سمك (thickness gage). بالنسبة للمساند ذات الخلوصات الشائعة تحت الأحمال الشائعة فأن القيمة الشائعة للخلوص تصل الى ٥٠ الى ٦٠% من قيمة الخلوص قبل التركيب. يجب أن لا تدار الصامولة بحيث يصبح أخدود لسان الصامولة على خط واحد مع لسان الواشر.

تحذيرات ازالة المسند

١- يجب تسليط القوة على الحلقة الداخلية عند ازالة المسند من المحور وتسليط القوة على الحلقة الخارجية عند ازالة المسند من الهاوزنك.
٢- يجب تسليط القوة بصورة متساوية على الحلقة وبزاوية قائمة.

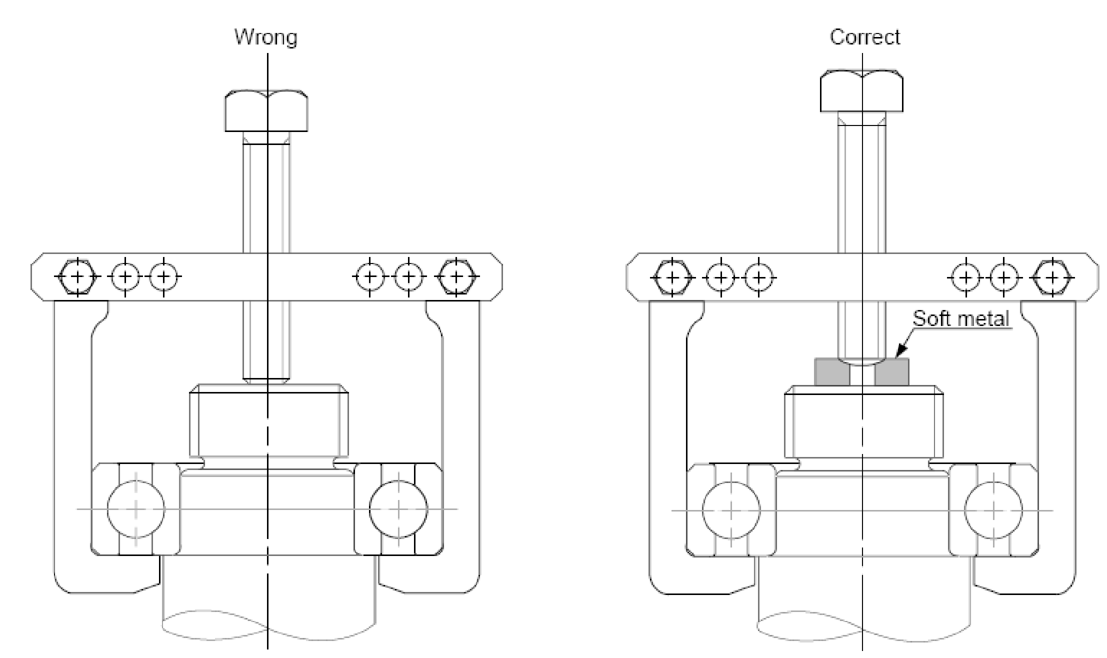
إزالة المسند بواسطة مكبس يدوي (Hand Press)

ان انسب عدة لأزالة المسند هي المكبس اليدوي فعند استخدام المكبس بأن مركزمحور المكبس متطابق مع مركز المسند وأن الحلقة الداخلية مسندة بواسطة صفيحة اسناد المسند. اذا كانت الصفيحة تسند الحلقة الخارجية فقط فأن القوة سوف تسلط من الحلقة الخارجية الى الداخلية من خلال المتدحرجات مما يؤدي الى طعجات على الحلقة الخارجية مما يؤدي الى فشل في المسند.



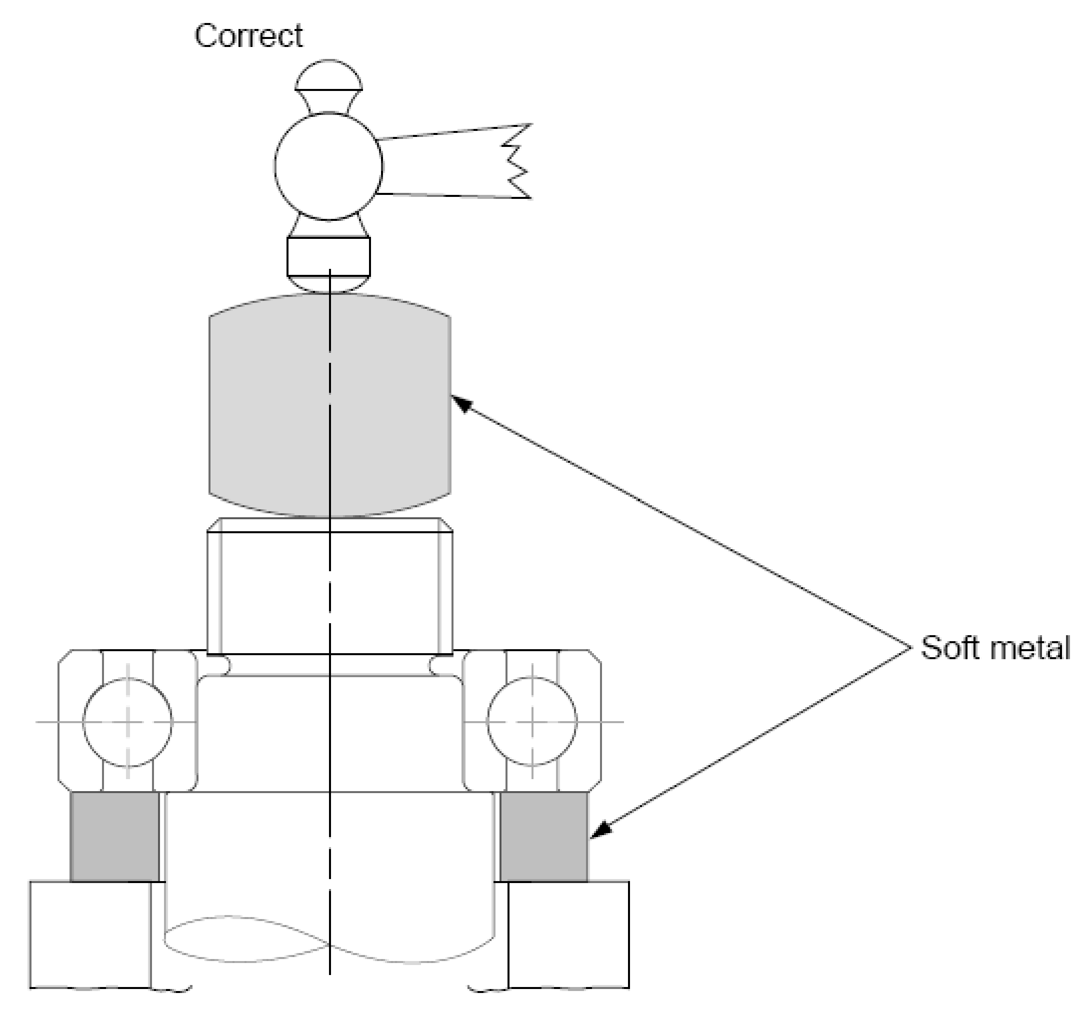
الإزالة بواسطة أداة سحب المسند (المستخرج) وعدة من معدن مرن

عند ازالة المسند بواسطة عدة سحب يجب استخدام قطعة من معدن مرن (soft metal) لحماية المحور من الخدوش.



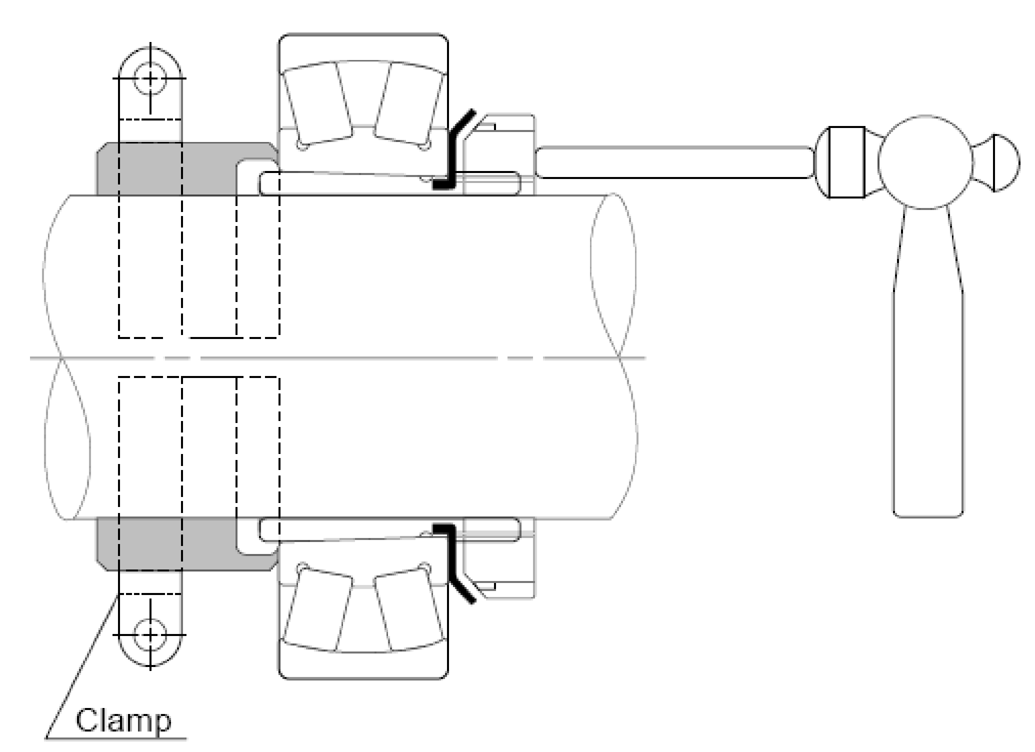
ازالة المسند بواسطة مطرقة حامي من قطعة من مادة مرنة

عند ازالة المسند بواسطة مطرقة يجب استخدام قطعة من مادة مرنة لحماية لحماية المحور من الضرر.



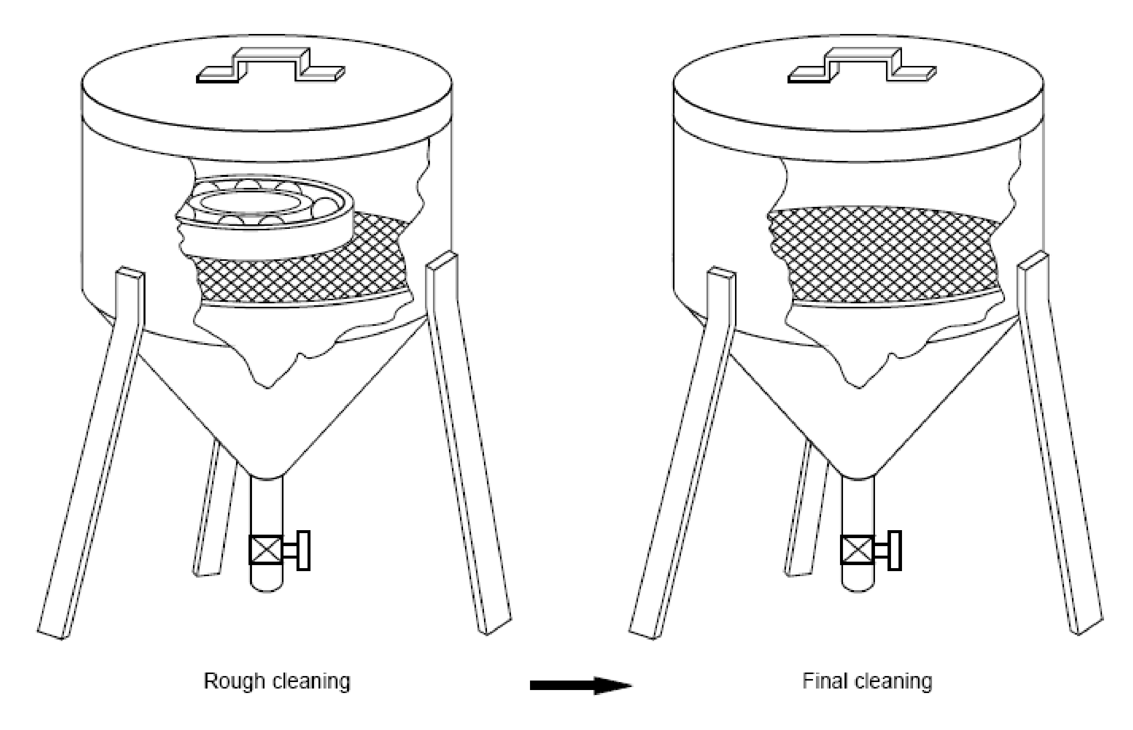
ازالة المسند بواسطة وصلة تجميع (Assembly Adapter)

لإزالة المسند بواسطة وصلة تجميع ترفق الماسكات بالمحور بحيث يوضع الماسك بتماس مع جانب الحلقة الداخلية للمسند فيرفع لسان الواشر فترتخي الصامولة لدورتين أو ثلاثة دورات. توضع حشوة من مادة مرنة مقابل جانب الصامولة ثم تضرب الحشوة بواسطة المطرقة لأستخراج الكم (Sleeve) من المحور فأذا تحرك الكم فأن المسند سوف يخرج بسهولة. اذا تم ادارة الصامولة الى الخلف كثيراً وأصبحت أسنان قليلة جداً في تعشيق مع الكم فمن المحتمل أن تتضرر الأسنان أثناء عملية الطرق.



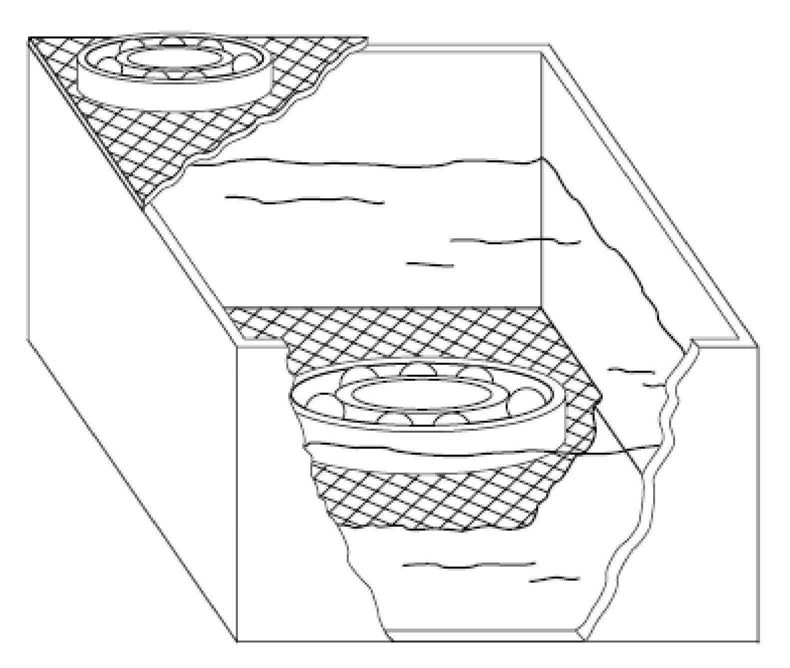
تنظيف المسند – الحاويات والزيت

يجب استخدام حاويات مختلفة للتنظيف الأولي والتنظيف النهائي مع تجهيزها بواسطة مشبك (منخل) لأسناد المسند في كلا الخطوتين. ان الحاويات الملاحظة في الشكل أدناه مقبولة. النفط الأبيض النظيف مناسب جداً للتنظيف أما اذا كان المسند وسخ جداً فمن الممكن استخدام الكازولين. يجب العناية أثناء التنظيف بواسطة الكازولين تجنباً لحدوث الأشتعال وكذلك لمنع حدوث الصدأ بعد التنظيف.



التنظيف الأولي (Rough Cleaning)

لا تدير الحلقة الداخلية للمسند أو الحلقة الخارجية اذا كان وسخاً عند غمره بزيت التنظيف لأن الأسطح الداخلية سوف تخدش بسهولة. يجب ترك المسند مغموراً حتى تنفصل الأوساخ منه. اذا تم تسخين الزيت فأنه سوف ينظف بفعالية. على أية حال لتسخن الزيت الى أعلى من ١٢٠ درجة.



التنظيف النهائي (Final Cleaning)

بعد تنظيف المسند من الشحوم الوسخة بخطوة التنظيف الأولي يوضع المسند بحاوية التنظيف النهائي وعند الغمر تدار الحلقتين الداخلية والخارجية حتى يتم تنظيف داخل المسند. بعد التنظيف يتم مسح المسند بواسطة قطعة قماش نظيفة ثم يتم طلاء المسند واسطة حامي صدأ ويلف بواسطة ورقة للحماية من الصدأ اذا لم يستخدم في الحال في الماكنة.

الفحص بعد التنظيف

لفحص المسند بعد التنظيف يمسك المسند من الحلقة الداخلية بصورة افقية بيد واحدة وتدار الحلقة الخارجية بواسطة اليد الأخرى فأذا كان هناك خلل في المسند فسوف تشعر اليد بأهتزاز.

خزن المساند

١- تجنب خزن المساند في مكان عالي الرطوبة.
٢- تخزن المساند في الأماكن الباردة.
٣- اذا تم جلب المساند في صندوق خشبي تخرج على الفور وتوضع على الرف.
٤- لا تخرج من المساند من العلبة الكارتونية أو من ورق التغليف.
٥- لا تكدس المساند لأن حامي الصدأ قد يعصر ويخرج من المسند.

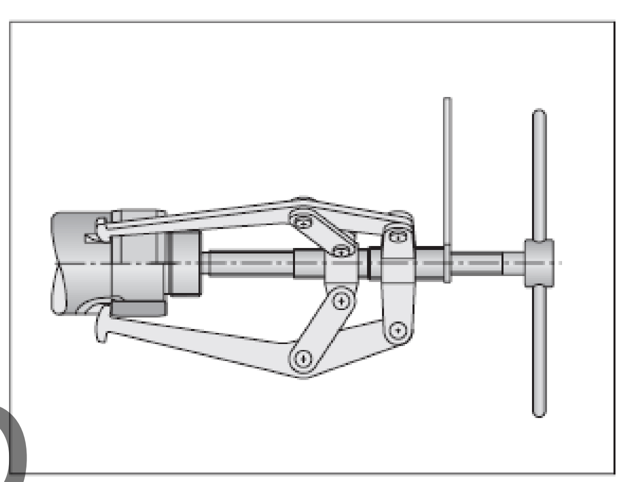
تركيب وإزالة المساند الكروية

المساند ذات المقاعد الأسطوانية

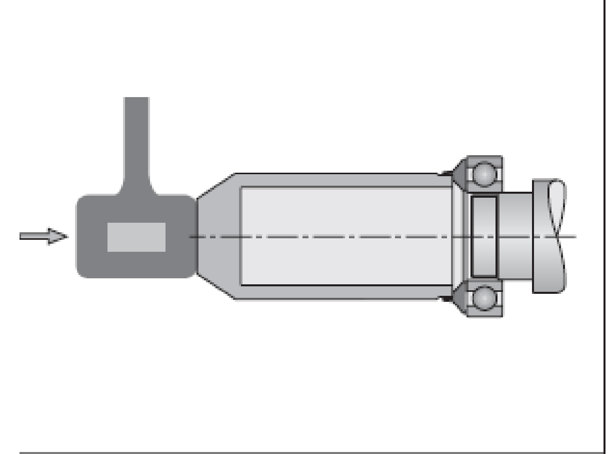
ان المساند الكروية الصغيرة ممكن ان تثبت في مكانها وهي باردة في المحور أو بيت المسند في حالات التوافق الأعتيادية. ولمنع تضرر المسند يجب ان تسلط قوة التثبيت دائما على الحلقة المطلوب منها ان تكون توافقاً مشدوداً.

ان الحلقة الداخلية المشدودة من الممكن ان تثبت في مكانها عن طريق طرق جلبة التركيب (Mounting Sleeve) بواسطة مطرقة في المحور أو بيت المسند . هذا يمنع قوى الطرق للتركيب من أن تنتقل بصورة مباشرة الى العناصر المتدحرجة أو المنزلق (Raceway) التي من الممكن أن تؤدي الى ضرر المسند. لذلك يجب استخدام أدوات دقيقة تضمن انتقال وتوزيع القوة بانتظام الى حلقات المسند.

العناية الكبيرة يجب ان تكون متوفرة ايضاً أثناء ازالة المسند من مكانه. وقوة الإزالة يجب ان تسلط دائماً على الحلقة التي من المفروض ان تزال.




An extractor with adjustable arms grips under a tightly fitted inner ring. Extraction slots make dismounting easier.



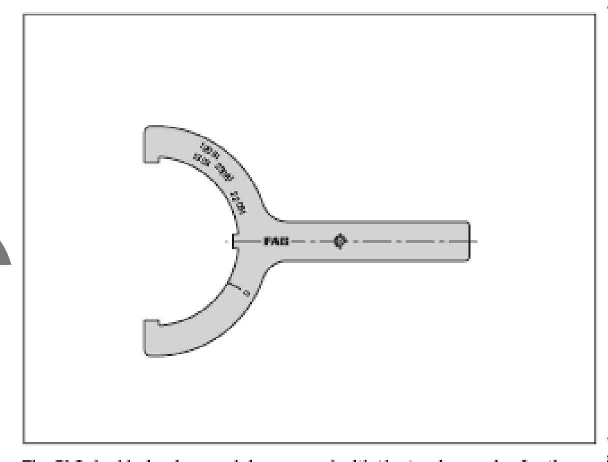
ropriate mounting sleeves such as those included in the FAG mounting .sets can be used to drive on small bearings using light hammer blows.

المساند المستدقة الطرف (المخروطية)

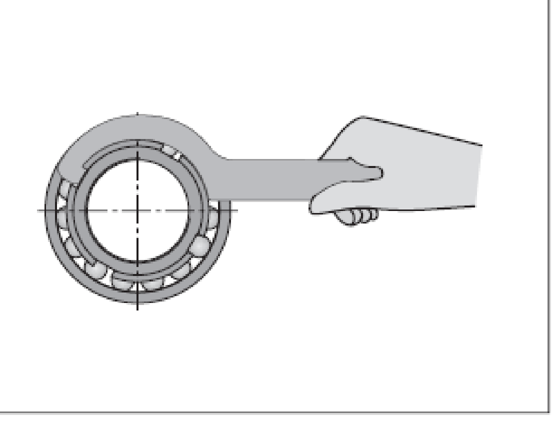
ان الحلقة الداخلية للمسند ذو الثقب المستدق (المخروطي) يثبت دائماً بالتوافق المشدود (Tight Fit). من الممكن أن يثبت المسند بصورة مباشرة على المحور المستدق أو عن طريق جلبة توصيل أو جلبة اخراج. فعندما يتم دفع الحلقة الداخلية فانها تتوسع وبالتالي فأن الخلوص القطري يتناقص بالتدريج. ولمنع الضرر يجب أن لايتم دفع الحلقة بعيداً جداً.

وللتحقق من قيم الخلوص القطرية المطلوبة للتثبيت يجب مراجعة الجداول الخاصة بالخلوصات كما يمكن قياس الخلوص القطري بواسطة قياس الحركة المحورية للحلقة.

من الممكن استعمال صامولة زنق والتي من السهل تثبيتها وازالتها على المحاور (Shafts) وجلب التوصيل (Adapter Sleeve) وجلب الإخراج (Extraction Sleeves) بواسطة مفتاح صندوقي (Socket Wrench).



The FAG double hook wrench is engraved with the torsion angles for the appropriate self-aligning ball bearings.



FAG hook wrench is used to tighten shaft nuts, adapter sleeve nuts extraction nuts simply and securely.

العدد المستخدمة لتركيب المساند المتدحرجة

Mounting Tool Set FITTING.TOOL.ALU.SET10-50 for Cylindrical Bearing

مجموعة عدة التركيب الخاصة بالمساند الأسطوانية



FITTING.TOOL.ALU.SET10-50

هذه المجموعة توفر حلاً اقتصادياً وفعالاً لتجميع العديد من مساند المتدحرجات الأسطوانية القياسية ذات الأقطار الداخلية من ١٠ ملم الى ٥٠ ملم. كما يجعلها وزنها الخفيف من السهل التامل معها يدوياً.

تحتوي هذه المجموعة على ٣٣ حلقة تركيب مختلفة وعلى ثلاثة بوش تركيب (Mounting Sleeve) وعلى مطرقة أيضاً. حلقات التركيب مصنوعة من مطاط مقاوم للصدمة. وهذا لمنع التلامس المباشر بين المعادن الذي يؤدي الى ضرر في مقاعد المسند. كما ان بوش التركيب مصنوعة من الألمنيوم. رأس المطرقة يزن وحد كيلوغرام فقط. كل واحدة من بوش التركيب ممكن ان تصل الى مسافة ٢٢٠ ملم من نهايته.

FITTING.TOOL.ALU.SET10-50 · Selection table

FITTING.TOOL.ALU.SET10-50

Mounting sleeve	Mounting ring No.	Series 60, 62 63, 64	Series 12, 22 13, 23	Series 72B 73B	Series 32 33	Series 213, 222 223	Series NU/NJ/N 2, 3, 4	Series 302, 303 322	Series 313 323
A	10–26	6000							
	10–30	6200	1200		3200				
			2200						
	10–35	6300	1300						
	12–28	6001							
	12–32	6201	1201		3201				
			2201						
	12–37	6301	1301						
			2301						
	15–32	6002							
	15–35	6202	1202	7202B	3202				
			2202						
	15–42	6302	1302		3302			30302	
			2302						
	17–35	6003							
	17–40	6203	1203	7203B	3203			30203	
			2203						
	17–47	6303	1303	7303B	3303			30303	
			2303						
B	20–42	6004							
	20–47	6204	1204	7204B	3204		204		
			2204						
	20–52	6304	1304	7304B	3304	21304	304	30304	32304
		6403	2304						
	25–47	6005							
	25–52	6205	1205	7205B	3205	22205	205	30205	
			2205						
	25–62	6305	1305	7305B	3305	21305	305	30305	31305
		6404	2305						32305
	30–55	6006							
	30–62	6206	1206	7206B	3206	22206	206	30206	
			2206					32206	
	30–72	6306	1306	7306B	3306	21306	306	30306	31306
		6405	2306				405		32306
C	35–62	6007							
	35–72	6207	1207	7207B	3207	22207	207	30207	
			2207					32207	
	35–80	6307	1307	7307B	3307	21307	307	30307	31307
		6406	2307				406		32307
	40–68	6008							
	40–80	6208	1208	7208B	3208	22208	208	30208	
			2208					32208	
	40–90	6308	1308	7308B	3308	21308	308	30308	31308
		6407	2308			22308	407		32308
	45–75	6009							
	45–85	6209	1209	7209B	3209	22209	209	30209	
			2209					32209	
	45–100	6309	1309	7309B	3309	21309	309	30309	31309
		6408	2309			22309	408		32309
	50–80	6010							
	50–90	6210	1210	7210B	3210	22210	210	30210	
			2210					32210	
	50–110	6310	1310	7310B	3310	21310	310	30310	31310
		6409	2310			22310	409		32310

If only bearing outer rings have to be installed, for example when the shaft is dismounted, the mounting rings no. 50-90, no. 45-100 and no. 50-110 are used according to the following table.

Mounting sleeve	Mounting ring No.	Series 60, 62 63, 64	Series 12, 22 13, 23	Series 72B 73B	Series 32 33	Series 213, 222 223	Series NU/NJ/N 2, 3, 4	Series 302, 303 322	Series 313 323
C	50–90	6011							
		6012							
	45–100	6013	1211	7211B	3211	22211	211		
		6211	2211						
	50–110	6014	1212	7212B	3212	22212	212		
		6015	1213	7213B	3213	22213	213		
		6212	2212	7311B	3311	21311	311		
		6213	2213			22311	410		
		6311	1311						
		6410	2311						

العدد المستخدمة لتركيب المساند المتدحرجة

Mounting Tool Set FITTING.TOOL.STEEL.SET10-50 for Cylindrical Bearing Seats

مجموعة عدة التركيب الخاصة بالمساند الأسطوانية



FITTING.TOOL.STEEL.SET10-50

هذه المجموعة صممت لتحمل الجهود العالية والعمر التشغيلي الطويل وكذلك من الممكن استخدامها كأداة ضغط في الورشة بالأتجاهين . المساند المتدحرجة (Rolling Bearing) بالأقطار الداخلية من ١٠ ملم ال ٥٠ ملم يتم يثبيتها بواسطة أدوات هذه المجموعة.
تتألف هذه المجموعة من ٣٣ حلقة تركيب مصلدة و خمسة جلب تثبيت (Mounting Sleeve) مصنعة من فولاذ العدد. الرأس المطاطي للمطرقة الأرتدادية يزن سبعة أعشار الكيلوغرام الواحد.
كل واحدة من بوش التركيب ممكن ان تصل الى مسافة ٢٢٠ ملم من نهايته.

FITTING.TOOL.STEEL.SET10-50 · Selection table

FITTING.TOOL.STEEL.SET10-50

Mounting sleeve	Mounting ring No.		Series 60, 62 63, 64	Series 12, 22 13, 23	Series 72B 73B	Series 32 33	Series 213, 222 223	Series NU/NJ/N 2, 3, 4	Series 302, 303 322	Series 313 323
A		1 (10/26 mm)	6000							
		2 (10/30 mm)	6200	1200		3200				
				2200						
		3 (10/35 mm)	6300	1300						
		4 (12/28 mm)	6001							
		5 (12/32 mm)	6201	1201		3201				
				2201						
		6 (12/37 mm)	6301	1301						
				2301						
B		7 (15/32 mm)	6002							
		8 (15/35 mm)	6202	1202	7202B	3202				
				2202						
		9 (15/42 mm)	6302	1302		3302			30302	
				2302						
		10 (17/35 mm)	6003							
		11 (17/40 mm)	6203	1203	7203B	3203			30203	
				2203						
		12 (17/47 mm)	6303	1303	7303B	3303			30303	
				2303						
C		13 (20/42 mm)	6004							
		14 (20/47 mm)	6204	1204	7204B	3204		204		
				2204						
		15 (20/52 mm)	6304	1304	7304B	3304	21304	304	30304	32304
			6403	2304						
	16 (25/47 mm)		6005							
	17 (25/52 mm)		6205	1205	7205B	3205	22205	205	30205	
				2205						
	18 (25/62 mm)		6305	1305	7305B	3305	21305	305	30305	31305
			6404	2305						32305
D		19 (30/55 mm)	6006							
		20 (30/62 mm)	6206	1206	7206B	3206	22206	206	30206	
				2206					32206	
		21 (30/72 mm)	6306	1306	7306B	3306	21306	306	30306	31306
			6405	2306				405		32306
	22 (35/62 mm)		6007							
	23 (35/72 mm)		6207	1207	7207B	3207	22207	207	30207	
				2207					32207	
	24 (35/80 mm)		6307	1307	7307B	3307	21307	307	30307	31307
			6406	2307				406		32307
E		25 (40/68 mm)	6008							
		26 (40/80 mm)	6208	1208	7208B	3208	22208	208	30208	
		27 (40/90 mm)	6308	1308	7308B	3308	21308	308	30308	
			6407	2308			22308	407		
	28 (45/75 mm)		6009							
	29 (45/85 mm)		6209	1209	7209B	3209	22209	209	30209	
				2209					32209	
	30 (45/100 mm)		6309	1309	7309B	3309	21309	309	30309	31309
			6408	2309			22309	408		32309
	31 (50/80 mm)		6010							
	32 (50/90 mm)		6210	1210	7210B	3210	22210	210	30210	
				2210					32210	
	33 (50/110 mm)		6310	1310	7310B	3310	21310	310	30310	31310
			6409	2310			22310	409		32310

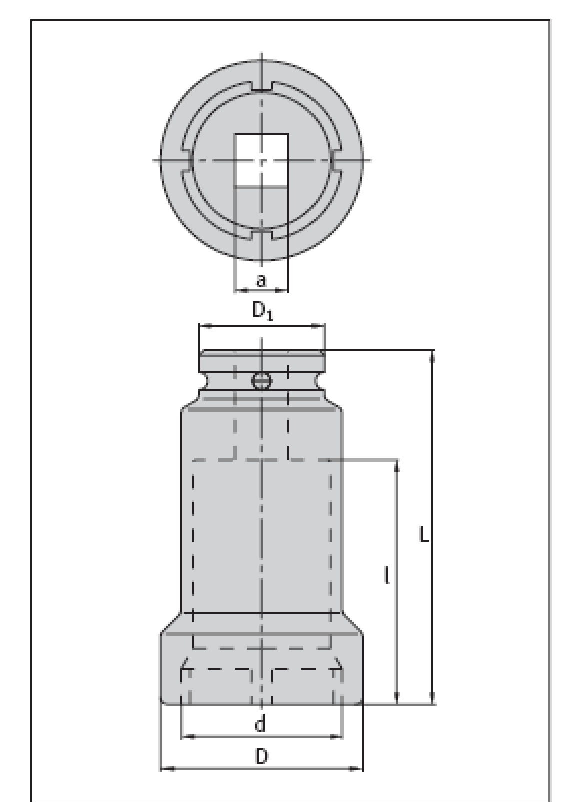
If only bearing outer rings have to be installed, for example when the shaft is dismounted, the mounting rings no. 32 (50/90 mm), no. 30 (45/100 mm) and no. 33 (50/110 mm) are used according to the following table.

Mounting sleeve	Mounting ring No.		Series 60, 62 63, 64	Series 12, 22 13, 23	Series 72B 73B	Series 32 33	Series 213, 222 223	Series NU/NJ/N 2, 3, 4	Series 302, 303 322	Series 313 323
E	32 (50/90 mm)		6011							
			6012							
	30 (45/100 mm)		6013	1211	7211B	3211	22211	211		
			6211	2211						
	33 (50/110 mm)		6014	1212	7212B	3212	22212	212		
			6015	1213	7213B	3213	22213	213		
			6212	2212	7311B	3311	21311	311		
			6213	2213			22311	410		
			6311	1311						
			6410	2311						

العدد المستخدمة لتركيب وإزالة المساند المتدحرجة

socket wrenches LOCKNUT.SOCKET...

المفاتيح الصندوقية لمقاعد المساند المستدقة (Socket wrenches for tapered bearing seats)





ان صامولة الزنق (Lock Nut) ذات الرقم KM0 الى KM20 ممكن شدها أو ارخائها بسهولة على المحاور أو بوش التوصيل (adapter sleeve) باستخدام المفاتيح الصندوقية. تتطلب هذه العدة فراغاً قليلاً جداً على محيط الصامولة (nut) عكس المفاتيح (الخطاف) . ولزيادة معولية هذه العدة فأنها تؤمن باستخدام مسمار قفل وواشر مطاطي لذلك فان هذه العدة تحتوي على ثقب لمسمار القفل واخدود للواشر المطاطي. .

Technical data

Socket wrenches	Dimensions					Square	Mass ≈	Suitable for nut
	d	D	D_1	L	l	a		
Ordering designation	mm					inch	kg	FAG
LOCKNUT.SOCKET.KM0	18,1	22	22	57	44	$^3/_8$	0,1	KM0
LOCKNUT.SOCKET.KM1	22,2	28	22	57	44	$^3/_8$	0,1	KM1
LOCKNUT.SOCKET.KM2	25,2	33	30	82	60	$^1/_2$	0,2	KM2
LOCKNUT.SOCKET.KM3	28,2	36	30	82	60	$^1/_2$	0,24	KM3
LOCKNUT.SOCKET.KM4	32,2	38	30	82	56	$^1/_2$	0,28	KM4
LOCKNUT.SOCKET.KM5	38,2	46	30	82	56	$^1/_2$	0,38	KM5
LOCKNUT.SOCKET.KM6	45,2	53	30	82	56	$^1/_2$	0,42	KM6
LOCKNUT.SOCKET.KM7	52,2	60	30	82	56	$^1/_2$	0,45	KM7
LOCKNUT.SOCKET.KM8	58,3	68	30	82	56	$^1/_2$	0,61	KM8
LOCKNUT.SOCKET.KM9	65,4	73,5	44	90	62	$^3/_4$	0,8	KM9
LOCKNUT.SOCKET.KM10	70,4	78,5	44	90	62	$^3/_4$	0,85	KM10
LOCKNUT.SOCKET.KM11	75,4	83,5	44	90	62	$^3/_4$	0,9	KM11
LOCKNUT.SOCKET.KM12	80,4	88,5	44	90	60	$^3/_4$	1	KM12
LOCKNUT.SOCKET.KM13	85,4	94	44	90	60	$^3/_4$	1,1	KM13
LOCKNUT.SOCKET.KM14	92,5	103	76	110	74	1	2,2	KM14
LOCKNUT.SOCKET.KM15	98,5	109	76	110	74	1	2,3	KM15
LOCKNUT.SOCKET.KM16	105,6	116	76	110	74	1	2,45	KM16
LOCKNUT.SOCKET.KM17	110,6	121	76	110	72	1	2,6	KM17
LOCKNUT.SOCKET.KM18	120,6	131	76	110	72	1	2,9	KM18
LOCKNUT.SOCKET.KM19	125,6	137	76	110	72	1	3,05	KM19
LOCKNUT.SOCKET.KM20	130,6	143	76	110	70	1	3,3	KM20

Other sizes by agreement.

مفاتيح الربط المعقوفة للمساند مستدقة المقعد

Hook Wrenches for Tapered Bearing Seats LOCKNUT.HOOK...

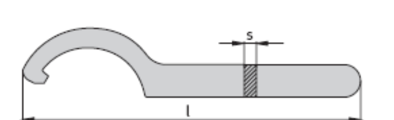


تستخدم مفاتيح الربط المعقوفة لتركيب المساند التدحرجية على مقاعد المحاور المستدقة وبوش التوصيل وبوش الإخراج. كذلك ممكن استخدام مفتاح الربط هذا لأزالة بوش الأخراج بمساعدة صواميل الأخراج.

Technical data

Hook wrenches Ordering designation	Dimensions l mm	 s	Mass ≈ kg	Suitable for locknuts FAG
LOCKNUT.HOOK.KM0-1	110	3	0,025	KM0, KM1
LOCKNUT.HOOK.KM2-3	136	4	0,045	KM2, KM3
LOCKNUT.HOOK.KM4	136	4	0,05	KM4
LOCKNUT.HOOK.KM5	170	5	0,09	KM5
LOCKNUT.HOOK.KM6	206	6	0,155	KM6
LOCKNUT.HOOK.KM7	206	6	0,16	KM7
LOCKNUT.HOOK.KM8-9	242	7	0,255	KM8, KM9
LOCKNUT.HOOK.KM10-11	242	7	0,255	KM10, KM11
LOCKNUT.HOOK.KM12-14	280	8	0,41	KM12, KM13, KM14
LOCKNUT.HOOK.KM15-16	280	8	0,385	KM15, KM16
LOCKNUT.HOOK.KM17	335	10	0,745	KM17
LOCKNUT.HOOK.KM18-20	335	10	0,72	KM18, KM19, KM20
LOCKNUT.HOOK.KM21-23	385	10	1	KM21, KM22, KM23
LOCKNUT.HOOK.KM24-27	385	10	1,16	KM24, KM25, KM26, KM27
LOCKNUT.HOOK.KM28-30	470	10	1,58	KM28, KM29, KM30
LOCKNUT.HOOK.KM31-34	470	10	1,58	KM31, KM32, KM33, KM34
LOCKNUT.HOOK.KM36-40	560	10	2,25	KM36, KM38, KM40

Other sizes by agreement.



مفاتيح الربط المعقوفة المتصلة لمقاعد المساند المستدقة

Joined hook wrenches for tapered bearing seats LOCKNUT.FLEXI-HOOK...



تستخدم هذه المفاتيح لشد وإرخاء صواميل القفل من نوع ...KM وكذلك الصواميل الدقيقة من نوع ...LNPG و ...ZM و ..ZMA على المحاور وبوش التوصيل وبوش الإخراج اذا لم يتم تحديد قيمة للعزوم. هذا النوع يستخدم لتركيب وازالة صواميل القفل لأحجام مختلفة.

Ordering example for FAG jointed hook wrench, suitable for locknuts KM14 to KM24: **LOCKNUT.FLEXI-HOOK.KM14-24**

Technical data

Jointed hook wrenches Ordering designation	Dimensions Length mm	 Thickness	Mass ≈ kg	Suitable for nut	 Precision locknut (FAG)	 Precision locknut (INA)	
LOCKNUT.FLEXI-HOOK.KM1-4	135	4	0,05	KM1		ZM12	
				KM2		ZM15	
				KM3	LNPG017	ZM17	
				KM4	LNPG020	ZM20	ZMA15/33
LOCKNUT.FLEXI-HOOK.KM5-8	175	5	0,1	KM5	LNPG025	ZM25	ZMA20/38; ZMA20/52
				KM6	LNPG030	ZM30	ZMA25/45; ZMA25/58
				KM7	LNPG035	ZM35	ZMA30/52
				KM8	LNPG040	ZM40	ZMA35/58
LOCKNUT.FLEXI-HOOK.KM9-13	250	7	0,28	KM9	LNPG045	ZM45	ZMA30/65
				KM10	LNPG050	ZM50	ZMA35/70
				KM11	LNPG055	ZM55	ZMA40/62; ZMA40/75
				KM12	LNPG060	ZM60	ZMA45/68; ZMA45/85
				KM13	LNPG065	ZM65	ZMA50/75
LOCKNUT.FLEXI-HOOK.KM14-24	290	8	0,46	KM14	LNPG070	ZM70	ZMA50/92
				KM15	LNPG075	ZM75	ZMA55/98
				KM16	LNPG080	ZM80	ZMA60/98
				KM17	LNPG085	ZM85	ZMA65/105
				KM18	LNPG090	ZM90	ZMA70/110
				KM19	LNPG095		ZMA75/125
				KM20	LNPG100	ZM100	ZMA80/120
				KM21		ZM105	ZMA90/130; ZMA90/155
				KM22	LNPG110	ZM110	ZMA100/140
				KM23		ZM115	
				KM24	LNPG120	ZM120	
LOCKNUT.FLEXI-HOOK.KM24-36	420	8	1	KM24	LNPG120	ZM120	ZMA90/155
				KM25		ZM125	
				KM26	LNPG130	ZM130	
				KM27			
				KM28	LNPG140	ZM140	
				KM29			
				KM30	LNPG150	ZM150	
				KM31			
				KM32	LNPG160		
				KM33			
				KM34	LNPG170		
				KM36	LNPG180		

مفاتيح الربط المعقوفة المزودة بمسمار المتصلة لمقاعد المساند المستدقة

Joined pin wrenches for tapered bearing seats LOCKNUT.FLEXI-PIN...



يستخدم هذا النوع من المفاتيح لشد وإرخاء صواميل القفل الدقيقة من الأنواع AM15 و AM90 على المحاور اذا لم يتم تحديد قيمة العزوم كما يمكن استخدامها للمساند الصغيرة.

Ordering example for FAG jointed pin wrench, suitable for locknuts AM35 to AM60: **LOCKNUT.FLEXI-PIN.AM35-60**

Technical data

Jointed pin wrenches Ordering designation	Dimensions Length mm	Pin diameter	Mass ≈ kg	Suitable for precision locknut (INA)
LOCKNUT.FLEXI-PIN.AM15-17	135	4	0,05	AM15
				AM17
LOCKNUT.FLEXI-PIN.AM20	175	4	0,1	AM20
LOCKNUT.FLEXI-PIN.AM25-35/58	175	5	0,1	AM25
				AM30
				AM35/58
LOCKNUT.FLEXI-PIN.AM35-60	250	6	0,28	AM35
				AM40
				AM45
				AM50
				AM60
LOCKNUT.FLEXI-PIN.AM70-90	290	8	0,46	AM70
				AM90

المفاتيح الوجهية المتصلة لمقاعد المساند المستدقة

Jointed Face Wrenches for tapered bearing seats
LOCKNUT.FACE-PIN…



تستخدم هذه المفاتيح لشد وفك صواميل القفل الدقيقة من نوع LNP017 الى LNP170 على المحاور في حالة عدم تحديد قيمة معينة للعزم. وكذلك من الممكن استخدامها للمساند الصغيرة. يتم الشد بواسطة ثقوبة مرتبة محورياً.

Ordering example for FAG jointed face wrench, suitable for precision locknuts LNP017 to LPN025: **LOCKNUT.FACE-PIN.LNP17-25**

Technical data

Jointed face wrenches Ordering designation	Dimensions Length mm	Pin diameter	Mass ≈ kg	Suitable for precision locknut
LOCKNUT.FACE-PIN.LNP17-25	150	4	0,09	LNP017
				LNP020
				LNP025
LOCKNUT.FACE-PIN.LNP35-40	220	5	0,245	LNP035
				LNP040
LOCKNUT.FACE-PIN.LNP45-65	220	6	0,245	LNP045
				LNP050
				LNP055
				LNP060
				LNP065
LOCKNUT.FACE-PIN.LNP70-75	320	7	0,67	LNP070
				LNP075
LOCKNUT.FACE-PIN.LNP80-100	320	8	0,67	LNP080
				LNP085
				LNP090
				LNP095
				LNP100
LOCKNUT.FACE-PIN.LNP110-130	450	8	1,75	LNP110
				LNP120
				LNP130
LOCKNUT.FACE-PIN.LNP140-170	450	10	1,75	LNP140
				LNP150
				LNP160
				LNP170

المفاتيح ذات الخطاف المزدوج

Double Hook Wrenches for tapered bearing seats

LOCKNUT.DOUBLEHOOK...KIT



Double hook wrench kits, e.g. LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5.KIT and LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM13.KIT (FAG ordering designations)



Double hook wrench sets LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5-8.SET and LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM9-13.SET (FAG ordering designations)



Double hook wrenches, e.g. LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5 and LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM13 (FAG ordering designations)

يستخدم هذا النوع من المفاتيح لشد المساند ذاتية التعديل self aligning ball bearing ذات القطر المستدق. ان العدة تتألف من مفتاح واحد ومفتاح عزم واحد ودليل استخدام. يستخدم مفتاح العزم للوصول الى قيمة الشد الدقيقة التي يبدأ بعدها تركيب المسند. تتوفر مجموعتان من

هذا النوع من المفاتيح المجموعة الصغيرة تتكون من أربعة مفاتيح بينما المجموعة الكبيرة تتألف من خمسة. يتوفر الخطاف المزدوج بصورة مفردة أيضاً. كل عدة مطبوع عليها زوايا العزوم للمسند الذاتي التعديل لذلك فأن الحركة المحورية ومقدار التوافق من الممكن السيطرة عليها بسهولة.

Double hook wrenches

Double hook wrench kits Ordering designation	Suitable for self-aligning ball bearings				Adapter sleeve nut FAG	Mass Kit ≈ kg
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5.KIT	1205	2205	1305	2305	KM5	1,35
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM6.KIT	1206	2206	1306	2306	KM6	1,35
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM7.KIT	1207	2207	1307	2307	KM7	1,35
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM8.KIT	1208	2208	1308	2308	KM8	1,4
Contents of a kit:	1 double hook wrench (left-hand column below), torque wrench with adjusting wrench (same as small set), case (350×220×65 mm), user manual					
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM9.KIT	1209	2209	1309	2309	KM9	3,8
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM10.KIT	1210	2210	1310	2310	KM10	3,8
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM11.KIT	1211	2211	1311	2311	KM11	3,85
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM12.KIT	1212	2212	1312		KM12	3,85
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM13.KIT	1213	2213			KM13	4
Contents of a kit:	1 double hook wrench (right-hand column below), torque wrench with adjusting wrench, extension piece (same as large set), case (450×330×100 mm), user manual					

Double hook wrench sets

Ordering designation:

LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5-8.SET (previously 173556)
Scope of delivery:
4 double hook wrenches (left-hand column below),
torque wrench with adjusting wrench **LOCKNUT.DOUBLEHOOK.WRENCH35NM**,
case (350×220×65 mm),
user manual,
mass of complete set 1,5 kg

LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM9-13.SET (previously 173557)
Scope of delivery:
5 double hook wrenches (right-hand column below),
torque wrench with adjusting wrench **LOCKNUT.DOUBLEHOOK.WRENCH100NM**,
extension piece **LOCKNUT.DOUBLEHOOK.LEVER**,
case (450×330×100 mm),
user manual,
mass of complete set 4,2 kg

Double hook wrenches

Individual wrenches included in the small set Ordering designation (previous designation)	Individual wrenches included in the large set
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM5 (DHN5)	**LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM9** (DHN9)
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM6 (DHN6)	**LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM10** (DHN10)
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM7 (DHN7)	**LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM11** (DHN11)
LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM8 (DHN8)	**LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM12** (DHN12)
	LOCKNUT.DOUBLEHOOK.KM13 (DHN13)

The following are available as **replacement parts**:
individual double hook wrenches (list of ordering designations above),
torque wrenches **LOCKNUT.DOUBLEHOOK.WRENCH35NM** and **LOCKNUT.DOUBLEHOOK.WRENCH100NM**,
extension piece **LOCKNUT.DOUBLEHOOK.LEVER** for large set.

أ.م.د. محسن عبدالله الشمري قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد

العدد المستخدمة لإزالة المساند

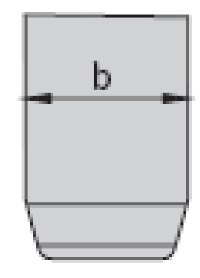
المستخرج المسكانيكي ذو الذراعين للمساند الصغيرة

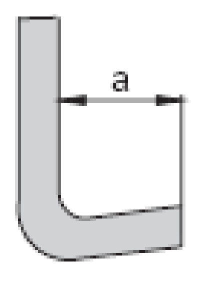
Two-Arm Extractor 54 for small bearings



التطبيق

يستخدم لأستخراج كل أنواع المساند المتدحرجة أو الحلقات الداخلية ذات التوافق المشدود وكذلك بالنسبة لبقية الأجزاء المضبوبة من الداخل أو الخارج. لها القابلية الجيدة للحركة القطرسة أو المحورية أثناء التطبيق. ان المستخرج بالقياسات المناسبة يتم اختياره على أساس حجم المسند وحالة التركيب. أذرع الأستخراج يتم ضبطها على الذراع المستعرضة الى أن تصل المسافة المطلوبة. هناك أداة قفل ذاتية تمنع الأذرع من الأنزلاق عندما يتم تدوير البرغي أثناء عملية الأستخراج. أن المساند التدحرجية المستخرجة بهذه الطريقة لاتتضرر.





Product range – Two-arm extractor 54

Ordering designation Two-arm extractors	Span mm	Depth mm	Dimensions a mm	b	Spindle thread	Extraction force kN	Mass ≈ kg
ABZIEHER54.SET, comprising a stand (B×T×H) 215×235×475 mm, complete with the following 6 extractors							15,5
ABZIEHER54.100	80	100	14 + 1	18 + 1	M14×1,5	40	0,75
ABZIEHER54.200	120	125	14 + 1	18 + 1	M14×1,5	40	0,9
ABZIEHER54.300	160	150	18 + 1	26 + 2	M20×2	60	2,3
ABZIEHER54.400	200	175	18 + 1	26 + 2	M20×2	60	2,5
ABZIEHER54.500	250	200	20 + 1	28 + 2	M22×2	85	3,45
ABZIEHER54.600	350	250	20 + 1	28 + 2	M22×2	85	4,4

المستخرج رقم ٤٧ (Extractor 57)

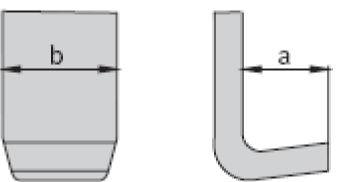


Extractor 47

Product range – Two-arm bearing extractor 47

Ordering designation Two-arm bearing extractor	Span mm	Depth mm	Dimensions a mm	b	Spindle thread	Extraction force kN	Mass ≈ kg
ABZIEHER47.100	45	65	2,5	12 + 1	M10	10	0,55
ABZIEHER47.200	90	100	2,5	14 + 1	M14×1,5	40	1,45

المستخرج ٥٢ ثلاثي الأذرع (Extractor52)





Three – Arm Extractor 52

Product range – Three-arm extractor 52

Ordering designation Three-arm extractor	Span mm	Depth mm	Dimensions a mm	b	Spindle thread	Extraction force kN	Mass ≈ kg
ABZIEHER52.085	85	65	5 + 1	6,5 + 1	M10	10	0,36
ABZIEHER52.130	130	105	14 + 1	15 + 1	M14×1,5	40	2,4
ABZIEHER52.230	230	150	19 + 1	22 + 1	M22×2	100	5,4
ABZIEHER52.295	295	235	19 + 1	22 + 1	M22×2	100	6,2
ABZIEHER52.390	390	270	20 + 2	30 + 2	M30×2	150	12,3
ABZIEHER52.640	640	300	22 + 2	34 + 2	M30×2	150	15,8

عدة الضغط الهيدروليكي للمساند الصغيرة (Hydraulic Pressure tool)

تستخدم هذه العدة عادة لفتح التوافق المشدود سوية مع المستخرجات الميكانيكية. تولد هذه العدة قوة محورية تتراوح بين ٨٠ الى ١٥٠ نيوتن، وبالتالي تقليل كبير بالجهد المطلوب لعملية الإزالة. ان هذه العدة توضع بين نهاية المحور ومحور المستخرج (extractor spindle)، يتم تفعيل المنظومة الهيدروليكية بواسطة ضب برغي الضغط. ولتحقيق شروط الأمان فأن الحد الأدنى لقطر عمود المستخرج والعزم الأكبر يجب أن يؤخذ بنظر الإعتبار.



Product range – Hydraulic pressure tool 44

Ordering designation Hydraulic pressure tool	Axial force kN	Stroke mm	Section height mm	Spindle diameter min. mm	Torque max. Nm	Mass ≈ kg
ABZIEHER44.080	80	7	35	M22	25	0,6
ABZIEHER44.150	150	10	85	M30	50	1,74

المستخرج (المقتلع) الميكانيكي الداخلي للمساند الصغيرة (Mechanical internal Extractor)



يستخدم للتطبيقات التالية :-

- لأستخراج المساند ذات الأخدود العميق (Deep Groove Ball Bearings) وكذلك لمساند التماس الزاوي (Angular Contact Ball Bearings). تتكون المجموعة من تسعة أجزاء وممكن استخدامها للمساند ذات الأقطار الداخلية من ٥ ملم الى ٧٠ ملم تقريباً.
- للحلقات الخارجية المثبتة بشدة.
- قطرالحلقة الداخلية يجب أن يكون سهل المنال.
- بما ان قوة القلع مسلطة من خلال العناصر المتدحرجة فأن الضرر الحاصل بالمسند لايمكن استثناءه.

الجزء القابض ينتشر الى الخارج عندما يتم ادارة البرغي . ان شفة الفكوك تكون خلف الحلقة الداخلية.
يتم اخراج المسند باستخدام المحور المسنن والمستخرج الداخلي بمساعدة مسند معاكس.

Product range – Internal extractor set 62 with countersupports

Ordering designation 9 internal extractors with 2 countersupports (set complete in case)	Internal extractor with countersupport	For inside diameter from mm	to	Depth mm	Spindle thread	Mass ≈ kg
ABZIEHER62.SET	ABZIEHER62.100.005	5	6,5	35	M10	0,09
	ABZIEHER62.100.007	7	9,5	35	M10	0,09
	ABZIEHER62.100.010	10	13,5	35	M10	0,1
	ABZIEHER62.100.014	14	19,5	45	M10	0,13
	ABZIEHER62.100.020	20	29,5	50	M10	0,18
	ABZIEHER62.100.030	30	39,5	90	M10	0,25
	ABZIEHER62.200.040	40	49,5	95	M14×1,5	0,48
	ABZIEHER62.200.050	50	59,5	95	M14×1,5	0,56
	ABZIEHER62.200.060	60	69,5	95	M14×1,5	0,62



Selection table for extraction legs and spindles for internal extractor PULLER.INTERNAL.SET10-100

Deep groove ball bearings series				Extraction leg	Spindle
60	62	63	64		
6000	6200				
6001				A1	
6002					
6003					
6004	6201				
6005	6202			A2	M12
6006	6203				
6007	6204	6300			
6008	6205	6301		A3	
6009		6302			
6010					
6011	6206	6303			
6012		6304		A4	
6013					
6014	6207	6305	6403		
6015	6208	6306			
6016	6209	6307		A5	
6017	6210				
	6211				M16
6018	6212	6308	6404		
6019	6213	6309	6405		
6020	6214	6310	6406		
	6215	6311	6407	A6	
	6216	6312	6408		
	6217	6313	6409		
			6410		

Replacement parts

Ordering designation	Description
PULLER.INTERNAL.3ARM-A1	Three extraction legs, size A1, 140 mm long
PULLER.INTERNAL.3ARM-A2	Three extraction legs, size A2, 140 mm long
PULLER.INTERNAL.3ARM-A3	Three extraction legs, size A3, 140 mm long
PULLER.INTERNAL.3ARM-A4	Three extraction legs, size A4, 170 mm long
PULLER.INTERNAL.3ARM-A5	Three extraction legs, size A5, 170 mm long
PULLER.INTERNAL.3ARM-A6	Three extraction legs, size A6, 170 mm long
PULLER.INTERNAL.SPINDLE-M12	Spindle with nut, thread M12
PULLER.INTERNAL.SPINDLE-M16	Spindle with nut, thread M16

FAG ball bearing extractor 56

Application

- For extracting complete deep groove ball bearings
- For tightly fitted outer rings
- For bearings without radial access
- Given the fact that the extraction hooks are applied at the outer ring and the threaded spindle is applied at the shaft, the extraction force is forced through the rolling elements, which can render the bearing unusable.

Operation and handling

The claws of the device grasp the raceway edge of the outer ring between the balls and are supported by the inner ring. The bearing is extracted using a threaded spindle. One of three extractor sizes and one of 13 sets of claws is selected in accordance with the bearing size, see table on page 9.
The number of arms required and their arrangement in the index plate depends on the number of balls in the bearing.
Complete extractor sets consist of one extractor and three or five sets of claws as well as a wrench with a T-shaped handle in the box, see table below.



Product range – Ball bearing extractor 56

Ordering designation Ball bearing extractor set	Depth mm	With claws no.	Wrench with T-shaped handle	Spindle thread	Mass ≈ kg
ABZIEHER56.020.SET	65	01, 02, 03	SW14	M10	2,1
ABZIEHER56.120.SET	90	1, 2, 3, 4, 5	SW22	M20×2	3,45
ABZIEHER56.220.SET	150	7, 11, 16, 17, 23	SW22	M20×2	4,15

Allocation of extractor sets, extractors and claws to standard rolling bearings

Extractor set	Extractor	Bearing	Claw no.	Bearing	Claw no.	Bearing	Claw no.	Bearing	Claw no.
ABZIEHER56.020.SET	ABZIEHER56.000	6004	01	6200	02	6300	01		
		6005	02	6201	02	6301	03		
		6006	01	6202	01	6302	03		
				6203	03				
				6204	03				
				6205	03				
ABZIEHER56.120.SET	ABZIEHER56.100	6007	1	6206	2	6303	2	6403	4
		6008	1	6207	3	6304	2	6404	5
		6009	1	6208	3	6305	3	6405	5
		6010	1	6209	4	6306	4		
		6011	2	6210	4	6307	4		
		6012	2	6211	4	6308	5		
		6013	2	6212	5				
		6014	3						
		6015	3						
		6016	4						
		6017	4						
		6018	5						
		6019	5						
		6020	5						
ABZIEHER56.220.SET	ABZIEHER56.200	6021	16	6213	16	6309	16	6406	16
				6214	16	6310	16	6408	7
				6215	16	6311	11	6409	17
				6216	16	6312	17	6410	17
				6217	7	6313	17	6412	23
				6218	17	6314	17		
				6219	17	6315	23		
						6316	23		
						6317	23		
						6318	23		
						6319	23		

Mechanical special bearing extractors 64 for small bearings

FAG special bearing extractor 64

Application

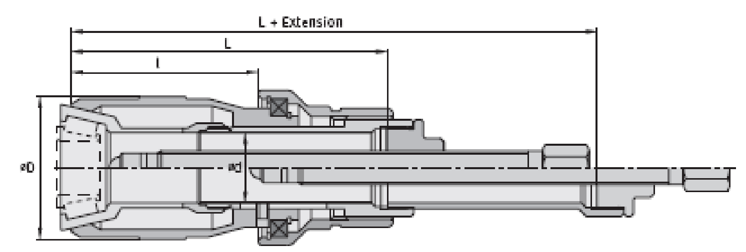
- For radial bearings (deep groove ball bearings and self-aligning ball bearings as well as cylindrical roller, tapered roller and spherical roller bearings). Since the number of rolling elements is not standardised, different grippers may be required for the same bearing sizes from different manufacturers. The bearing manufacturer must be specified when ordering.
- For tight fit of inner ring or outer ring
- For cases in which the inner ring is adjacent to a shaft shoulder without extraction slots; also where the bearing to be extracted from the shaft is still inside a housing.
- Extraction without damage is possible with proper handling.
- Max. shaft diameter 75 mm

Operation and handling

The special extractor consists of a basic unit and a gripper, which is screwed onto the upper section of the basic unit. The gripper is closed using the left hand thread of the union nut and clamped against the inner ring with a conical clamping ring. A threaded spindle generates the extraction force.

The finger-shaped extensions of the gripper engage between the rolling elements on the raceway edge of the inner ring, behind the rollers or behind the chamfer of the bearing ring, wedging it loose. The extraction principle must be observed when selecting the suitable gripper for the respective bearing, see page 25.





Product range – Special bearing extractor 64

Ordering designation Basic unit for special extractor	Dimensions d	D	l	L	Spindle thread	Mass ≈
	mm					kg
ABZIEHER64.400	30,5	60	78	135	M14×1,5	1,25
ABZIEHER64.500	46	75	80	150	M20×2	2,5
ABZIEHER64.600	66	100	92	170	M22×2	3,8
ABZIEHER64.700	77	126	120	205	M30×2	7,8

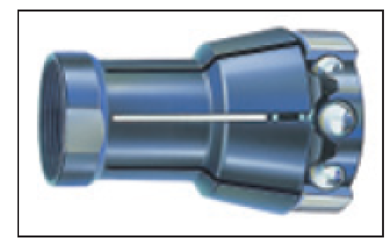
The basic unit is chosen so that the dimension d is greater than the bearing bore, for example ABZIEHER64.700 (d = 77 mm) for rolling bearing 6015 with 75 mm bore.

Mechanical special bearing extractors 64 for small bearings

Grippers for special bearing extractors 64

The gripping profile of the grippers must be adapted to the geometry of the bearing to be extracted. The extraction principle depends on the bearing design and the mounting position. Two grippers are required for tapered roller bearings in X and O arrangements.

Extraction principle A:
For deep groove ball bearings, four point contact bearings, self-aligning ball bearings
The bearing is grasped at the inner ring. Bearings that are located deep in a housing can also be grasped if the outside diameter of the bearing is greater than that of the basic unit.

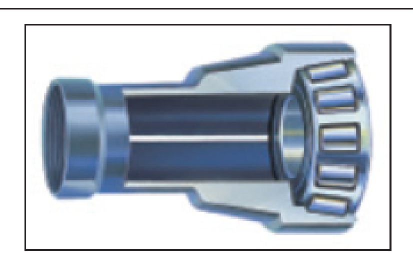


Ordering designation for grippers:
ABZIEHER64A.+ bearing designation
(Example: **ABZIEHER64A.6000**)

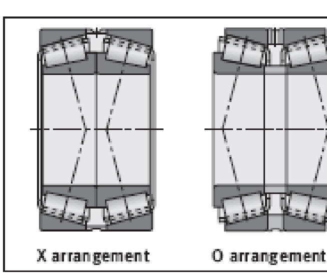
Selection of basic unit and gripper
The basic unit is always chosen so that the dimension d is greater than the bearing bore.
Ordering examples for special bearing extractors plus gripper:

a) For deep groove ball bearings 6000 according to principle A:
Basic unit **ABZIEHER64.400** +
gripper **ABZIEHER64A.6000**

Extraction principle B:
For tapered roller bearings (mounted in X or O arrangement)
The gripper reaches over the rollers, irrespective of their number.
With certain bearing dimensions, bearings that are located deep on the shaft can also be extracted.
Ordering designation for grippers:
ABZIEHER64B.+ bearing designation
(Example: **ABZIEHER64B.30203A**)

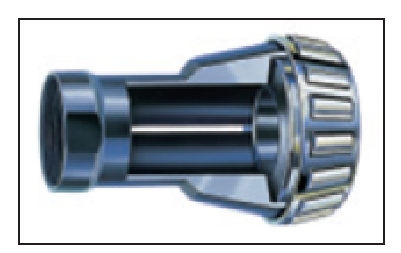


b) For tapered roller bearing pair 30203A in X arrangement:
Basic unit **ABZIEHER64.400** +
gripper **ABZIEHER64B.30203A** +
gripper **ABZIEHER64C.30203A**

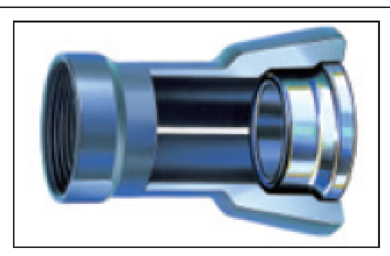


The same grippers are used in reverse for an O arrangement of the tapered roller bearings.

Extraction principle C:
For tapered roller bearings (fitted in X or O arrangement)
The gripper engages behind the large lip of the inner ring.
Ordering designation for grippers:
ABZIEHER64C.+ bearing designation
(Example: **ABZIEHER64C.30203A**)



Extraction principle D:
For cylindrical roller bearing, four point contact bearing inner ring and for deep groove ball bearing, wedged loose via the chamfer of the bearing ring
Ordering designation for grippers:
ABZIEHER64D.+ bearing designation
(Example: **ABZIEHER64D.NU315**)



c) For cylindrical roller bearings NU315 according to principle D:
Basic unit **ABZIEHER64.700** +
gripper **ABZIEHER64D.NU315**

Mechanical extractor 49 for small bearings



FAG extractor 49

Application

- For all rolling bearing types. For extracting complete rolling bearings or tightly fitted inner rings. The extractor and the separating device are available in various sizes with openings of up to 210 mm.
- Principally for cases in which the inner ring is adjacent to a shoulder on the shaft without extraction slots. Good radial access to the bearing location is required.
- Extraction of inner rings and complete rolling bearings without damage is possible with proper handling.

Operation and handling

The two wedge-shaped halves of the separating device are inserted between the shaft shoulder and inner ring by alternately tightening the nuts. The separating device is bolted onto the extractor using two tie rods, which are fastened on the cross arm of the extractor. The bearing or the inner ring are removed by screwing in the spindle. A tie rod extension is available for parts that are seated very deeply on a shaft.

Product range – Extractor 49 and separating device

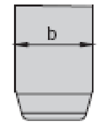
Ordering designation Extractor with separating device	Span	Depth	Spindle thread	Mass ≈
	mm	mm	mm	kg
ABZIEHER49.100.060	60	150	M14×1,5	1,54
ABZIEHER49.100.075	75	150	M14×1,5	1,67
ABZIEHER49.200.115	115	200	M20×2	5,1
ABZIEHER49.300.150	150	300	M20×2	10,2
ABZIEHER49.400.210	210	300	M30×2	18,8

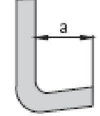
Hydraulic standard extractor with integral hand pump

Hydraulic FAG standard extractor with integral hand pump



Hydraulic FAG standard extractors with integral hand pump are available for extraction forces of 40, 60 and 80 kN. They allow rolling bearings, gears, bushes and other components to be dismounted effortlessly. They are easy to handle and safe. The compact, light units are housed with a safety grid in a rigid case.
PULLER.HYD40 is supplied with a normal arm length. PULLER.HYD60 and PULLER.HYD80 are also available with extended arms (suffix XL).
In addition to the complete devices, we also supply the arms as replacement parts and accessories.
Ordering example for normal length arm as accessory for PULLER.HYD60XL / replacement part for PULLER.HYD60:
PULLER.HYD60.JAW
Ordering example for extended arm as accessory for PULLER.HYD80 / replacement part for PULLER.HYD80XL:
PULLER.LONGJAW





Product range – Standard extractor SPIDER with integral hand pump

Ordering designation	Extraction force kN	Span mm	Depth mm	Stroke mm	Dimensions a mm	 b	Mass ≈ kg
PULLER.HYD40	40	150	152	55	11	22	4,5
PULLER.HYD60	60	200	152	82	11	22	4,9
PULLER.HYD60XL	60	200	190	82	11	22	5,2
PULLER.HYD80	80	250	190	82	11	25	6,6
PULLER.HYD80XL	80	250	229	82	14	25	7

Extra strong hydraulic extractor with integral hand pump

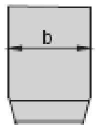


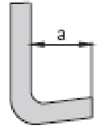
Extra strong hydraulic FAG extractor with integral hand pump

Extra strong hydraulic FAG extractors with integral hand pump are available for high extraction forces of up to 300 kN. They allow rolling bearings, gears, bushes and other components to be dismounted effortlessly. They are easy to handle and safe. The compact units are housed in a rigid metal case. Extractors SPIDER 100 to 300 are also available with extended arms (suffix XL).

Ordering example for normal length arm as accessory for PULLER.HYD100XL / replacement part for PULLER.HYD100:
PULLER.HYD100.JAW

Ordering example for extended arm as accessory for PULLER.HYD200 / replacement part for PULLER.HYD200XL:
PULLER.HYD200.LONGJAW





Product range – Extra strong extractor SPIDER with integral hand pump

Ordering designation	Extraction force	Span	Depth	Stroke	Dimensions a	b	Mass ≈
	kN	mm	mm	mm	mm		kg
PULLER.HYD100	100	280	182	82	11	22	5,6
PULLER.HYD100XL	100	280	220	82	11	25	6,5
PULLER.HYD120	120	305	220	82	11	25	7,6
PULLER.HYD120XL	120	305	259	82	14	29	8,5
PULLER.HYD200	200	356	259	82	14	29	10
PULLER.HYD200XL	200	356	300	82	30	33	11,5
PULLER.HYD250	250	406	300	110	30	33	20
PULLER.HYD250XL	250	406	375	110	27	38	22
PULLER.HYD300	300	540	375	110	27	38	25
PULLER.HYD300XL	300	800	405	110	30	28	45

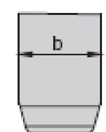
Extra strong hydraulic FAG extractors with separate hand pump

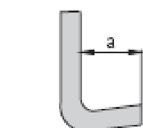
For extra strong hydraulic FAG extractors for maximum extraction forces of 175 and 400 kN, the oil pressure is applied with a separate hand pump. They allow rolling bearings, gears, bushes and other components to be dismounted effortlessly, even in restricted spaces. The extractors are easy and safe to use. They are housed with the pumps in a rigid metal case. The two hydraulic extractors are available with a normal arm length and with extended arms on request (suffix XL).

Ordering example for normal length arm as
accessory for PULLER.HYD175XL /
replacement part for
PULLER.HYD175:
PULLER.HYD175.JAW

Ordering example for extended arm as
accessory for PULLER.HYD400 /
replacement part for
PULLER.HYD400XL:
PULLER.HYD400.LONGJAW







Product range – Extra strong extractor SPIDER with separate hand pump

Ordering designation	Extraction force kN	Span mm	Depth mm	Stroke mm	Dimensions a mm	b	Mass ≈ kg
PULLER.HYD175	175	356	229	82	14	29	15,6
PULLER.HYD175XL	175	356	300	82	30	33	17
PULLER.HYD400	400	800	405	250	30	28	45
PULLER.HYD400XL	400	1200	635	250	30	28	49

Three-section extraction plates for extractors

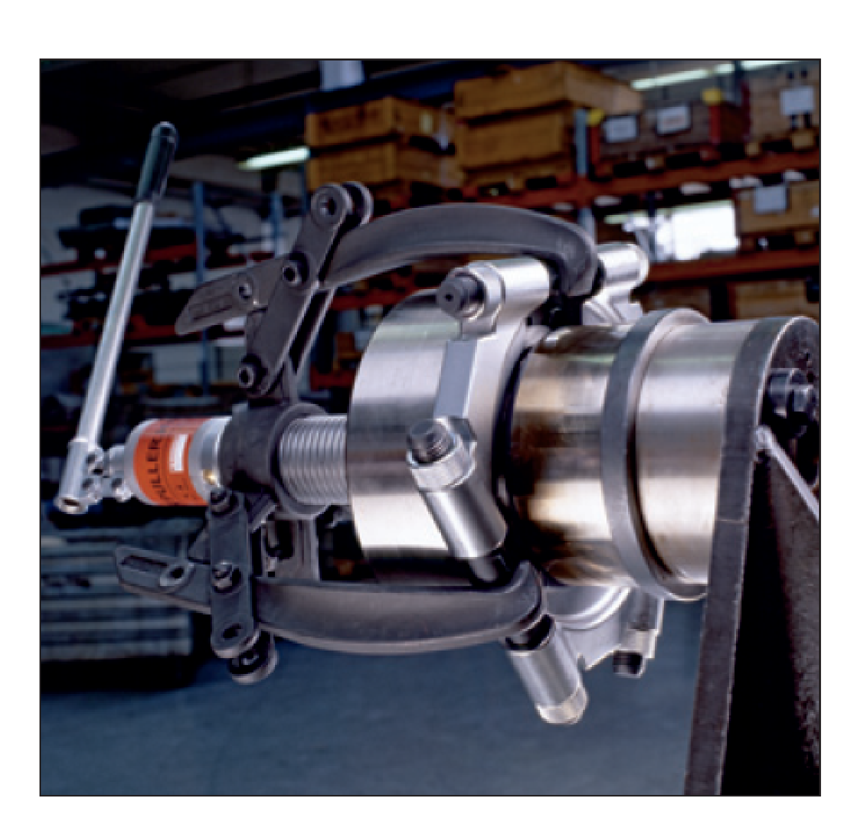
Three-section FAG extraction plates

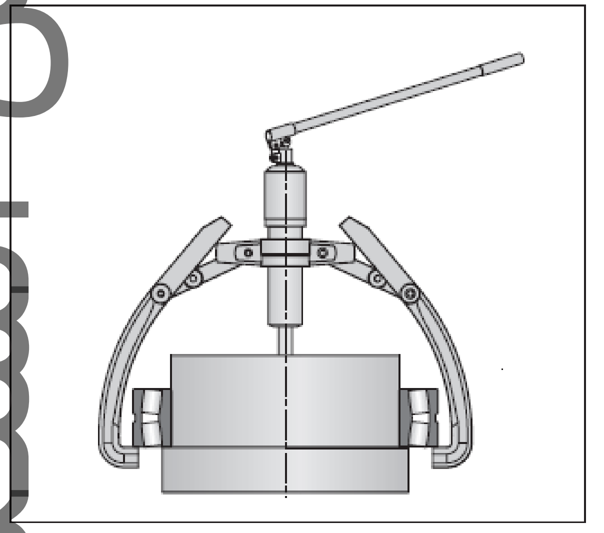
Application

- For extraction of complete bearings or tightly fitted inner rings
- Principally for cases in which the inner ring is adjacent to a shoulder on the shaft without extraction slots. Good radial access to the bearing location is required.
- Extraction of inner rings and complete rolling bearings without damage is possible with proper handling.

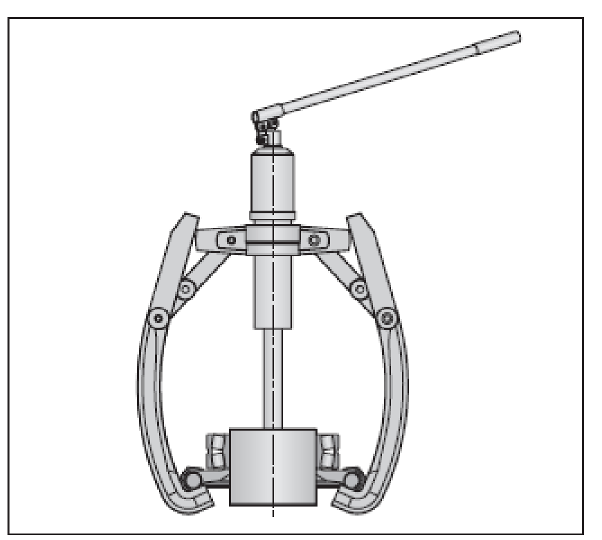
Operation

The three extraction plates are pushed due to alternating screwing in of the nuts between the shaft shoulder and inner ring.
The separating device is screwed onto the extraction plates using three tie rods.





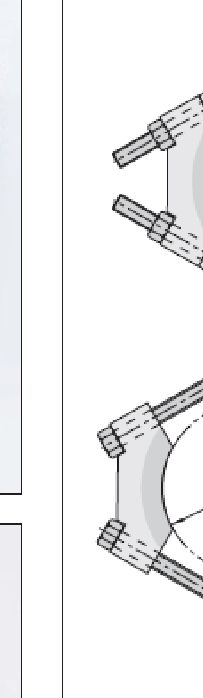
If the extraction forces are directed through the rolling elements, the rolling elements and raceways could be damaged.



Use of a three-section extraction plate prevents damage because the forces act on the tightly fitted inner rings.

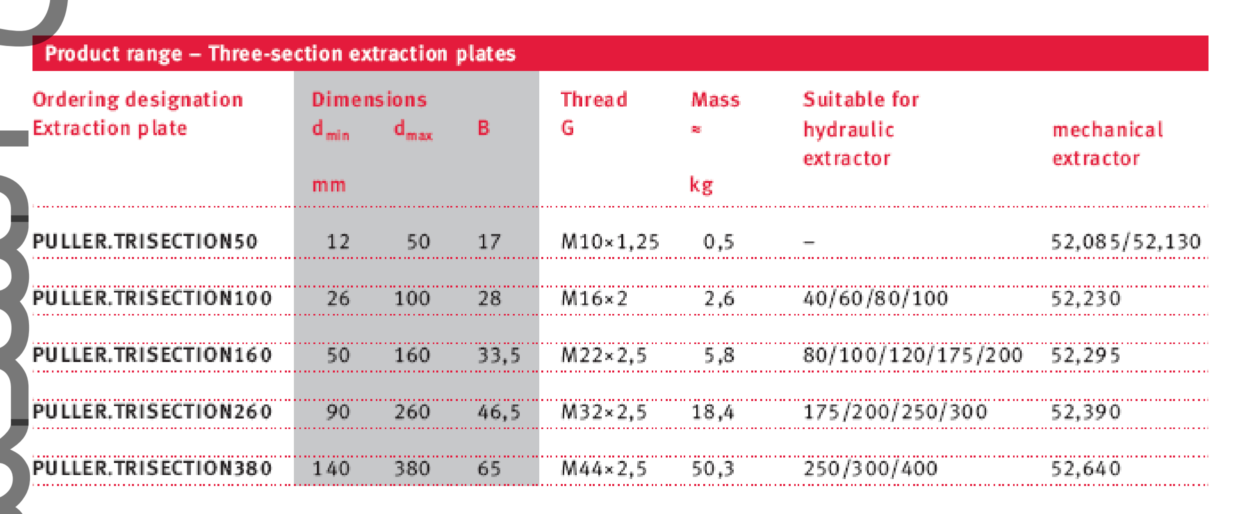
Three-section extraction plates for extractors











Product range – Three-section extraction plates

Ordering designation Extraction plate	Dimensions d_{min}	d_{max}	B	Thread G	Mass ≈	Suitable for hydraulic extractor	mechanical extractor
	mm				kg		
PULLER.TRISECTION50	12	50	17	M10×1,25	0,5	–	52,085/52,130
PULLER.TRISECTION100	26	100	28	M16×2	2,6	40/60/80/100	52,230
PULLER.TRISECTION160	50	160	33,5	M22×2,5	5,8	80/100/120/175/200	52,295
PULLER.TRISECTION260	90	260	46,5	M32×2,5	18,4	175/200/250/300	52,390
PULLER.TRISECTION380	140	380	65	M44×2,5	50,3	250/300/400	52,640

صيانة الكراسي التدحرجية

يستخدم في الكراسي التدحرجية أما الشحم أو الزيت ويفضل الشحم طالما كان ذلك ممكناً طبقاً للقواعد الحاكمة لذلك، حيث أن استخدام الزيت له مجموعة من المتطلبات الهندسية لمنع خروجه.
كما أن تداول الشحم عموماً يكون أسهل واستخدامه أكثر أقتصادياً من استخدام الزيت.
وعموماً يفضل استخدام الشحومات في الحالات التالية:-

- الكراسي ذات الأحجام الكبيرة.
- الأحمال الكبيرة والسرعات الصغيرة.
- الحماية عند التخزين أو النقل.
- في الحالات التي لايسمح فيها نهائياً بتسرب الزيت.

والجدول التالي يوضح أنواع الزيوت أو الشحوم المستخدمة والصيانات المطلوبة وذلك طبقاً للقيمة الآتية:-

$$(D_m \,.\, n) / 2$$

حيث أن D_m هي قيمة القطر المتوسط للكرسي (مم)
n هي سرعة الكرسي (لفة بالدقيقة)
كما يوضح الجدول أساليب التزييت والتشحيم وفترات التغير والتزويد.

الصيانة	نوع الشحم أو الزيت	$D_m \,.\, n$
• يملأ من نصف الى ثلث الفراغ • يضاف شحم جديد من ٣ الى ٦ شهور • يتم تغيير الشحم كل عام	شحم	أقل من ٣٠٠،٠٠٠
يملأ الزيت حتى محور العمود فقط	• مشحمة مركزية • نظام تنقيط الزيت	من ٣٠٠،٠٠٠ الى ٩٠٠،٠٠٠
يجب استخدام نظام التبريد	• حمام زيت • دائرة زيت مغلقة مع توجيه الزيت في اتجاه الكرسي	من ٩٠٠،٠٠٠ الى ١،٥٠٠،٠٠٠
يجب تغيير المرشحات	نظام تزييت مركزي	أكبر من ١،٥٠٠،٠٠٠

أختيار الشحم أو الزيت (Selection of Grease or Oil)

ان اختيار الزيت أو الشحم كزيت تزييت مناسب للمسند يعتمد على عدة عوامل لكنه عموماً مرتبط بسرعة الدوران والكلفة. الزيت عموماً يعتبر المزيت المناسب لكل التطبيقات لكنه يتطلب بأن تكون السرعة الدورانية عالية جداً. ان مساوئ استخدام الزيت هي ان تصميم الماكنة بنظام تزييت معقد جداً ومكلف أيضاً. ان الخطوط العريضة لأستخدام الشحم أو الزيت موضحة أدناه:-

ان التزييت بواسطة الزيت مناسب في الحالات التالية:-
١- كل السرع لكنه مناسب أكثر في السرع العالية جداً.
٢- ارتفاع درجات الحرارة تتطلب من الزيت حمل الحرارة خارجاً وتبريد المسند.
٣- في حالات تلوث الزيت حيث يتطلب الزيت الى ترشيح مستمر.

٤- في الأنظمة المغلقة حيث يراد من الزيت منع الأحتكاك في أماكن أخرى.
٥- التطبيقات التي تتطلب كميات دقيقة من الزيت والسيطرة عليها.

أما التزييت بواسطة الشحم فهو مناسب في الحالات التالية:-
١- في السرع الواطئة.
٢- العمل في درجات الحرارة المعتدلة.
٣- التطبيقات التي تتطلب موانع ضد الأجزاء الغريبة.
٤- التطبيقات حيث الكلفة تحدد تعقيد التصميم.
٥- التطبيقات التي يكون فيها التزييت البسيط لعمر المسند مناسب.

تزويد وتغيير الزيت

الزيوت والشحوم اذا تم تشغيلها لفترات زمنية طويلة فأنها تفقد بعض خواصها المقاومة للأحتكاك بالأضافة الى تحللها الذي يزيد من معامل الأحتكاك ويؤثر على أسطح الاحتكاك وعلى موانع الزيت ويتلفها.
وهناك فترات محددة لعمليات التزويد والتغيير طبقاً لسرعة الكرسي وحجمه والأحمال المعرض لها وهذه الفترات يتم حسابها أو يلتزم بالقواعد الخاصة بها من كتالوجات المعدات.
في حالة ملاحظة عوائق أو رواسب بالشحم عند التغيير أو التزويد يجب تنظيف الكرسي جيداً بأستخدام احدى المنظفات الصناعية ، المواد البترولية بشرط خلوها من الأحماض أو الماء.
في حالة استخدام الزيت يجب مراقبة مستواه والذي لايزيد عن مستوى محور الكرسي. أحياناً تستخدم مبينات لذلك وفي حالة النقص يمكن الأستعاضة بالتزويد . فترات تغيير الزيت تعتمد على درجة حرارة تشغيل الكرسي فأذا كانت درجات الحرارة في حدود ٥٠ الى ٦٠ درجة أو أقل فيمكن تغيير الزيت كل عام. اذا كانت درجة التشغيل ١٠٠ درجة نتيجة للظروف الخارجية للكرسي (كأرتفاع درجة حرارة الجو مثلاً) فأن تغيير الزيت يكون في حدود شهرين الى ثلاثة أشهر الا اذا نص على غير ذلك. ويجب أخذ عينات من الزيت دورياً لبحث وجود الماء من عدمه.
في حالة استخدام دوائر التزييت المغلقة يجب مراعاة تغيير وتنظيف المرشحات وصيانة نظام التبريد.

أنواع الزيوت والشحوم

<u>الشحوم</u>

تتميز بسهولة تداولها وتعاملها مع الكراسي نظراً لصعوبة تسرب الشحم من الكراسي. ويتم تحديد أنواع الشحوم بناءاً على سرعة وحجم الكرسي والأحمال المؤثرة . وعند اختيار الشحوم لابد من الأخذ بنظر الإعتبار العوامل الآتية:-

١- **التماسك أو الثبات:**
يجب أن يكون الشحم ثابتاً بحيث لا يتحول الى سائل عند درجات الحرارة المرتفعة ولا يتجمد عند درجات الحرارة المنخفضة فيعوق الدوران وهذه الخاصية هامة جداً خاصة في الحالات التي تتعرض فيها الكراسي الى الأهتزاز.

٢- **درجة حرارة التشغيل:**
معظم شحوم الكالسيوم يكون فيها نسبة ماء من ١ الى ٣ % وارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى تبخر الماء وبذلك ينفصل الزيت عن الصابون وذلك عند درجة حرارة حوالي ٦٠ درجة ، بالرغم من ذلك فأن هناك بعض شحوم الكالسيوم ثابتة حتى درجة حرارة ١٢٠ درجة .

أيضاً شحوم الليثيوم التي تعمل في درجات حرارة تصل الى ١٥٠ درجة مئوية. هناك أنواع من الشحومات الصناعية تختلف عن شحوم الزيوت الطبيعية في تحملها لدرجات حرارة التشغيل العالية جداً أو المنخفضة جداً.

٣- مقاومة الصدأ:

الشحم المكون من قاعدة صوديوم قابل لأمتصاص الماء ليكون محلول مقاوم للصدأ بدون تأثير أو تغيير على صفاته الخاصة بالتشحيم ومقاومة الاحتكاك . هذا النوع من الشحم يقاوم تأثير الرطوبة والماء ويقاوم الصدأ الذي يمكن أن يتلف الكراسي.

بالنسبة للشحم ذو قاعدة الليثيوم أو الكالسيوم فهو لا يمتص الماء ولا يعمل على الحماية ضد الصدأ ولذلك يحتاج الى اضافة مادة مقاومة للصدأ.

بالنسبة الى الكراسي المخصصة للأحمال العالية فيستخدم شحم ذو قاعدة ليثيوم أو كالسيوم مضاف اليه بعض مركبات الرصاص ليزيد من قدرته على تحمل الأحمال الكبيرة. هذا الشحم لايذوب في الماء ولكنه يلتصق ويغطي جيداً السطوح المختلفة داخل الكراسي التدحرجية لذلك فمقاومته للصدأ جيدة ، ويستعمل في الحالات التي تتعرض فيها الكراسي للماء أو الرطوبة كما في ماكنات صناعة الورق أو ماكنات الدرفلة.

نوع القاعدية	درجات حرارة التشغيل	الخواص وظروف التشغيل
كالسيوم	حتى ٦٠ درجة	١- يحتوي على (١-٣)% ماء ٢- عند درجة أعلى من ٦٠ يتبخر الماء وينفصا الزيت عن الصابون ٣- يحتاج لإضافات لمقاومة الصدأ.
	حتى ١٢٠ درجة	يحتاج لإضافات لمقاومة الصدأ
صوديوم	من ٣٠ الى ٨٠ درجة بعض الأنواع حتى ١٢٠	١- يمتص الماء ويكون محلول مقاوم للصدأ دون تغيير لصفاته التشحيمية ٢- يقاوم الرطوبة والماء والصدأ
ليثيوم	– ٣٠ الى ١٠ بعض الأنواع حتى ١٥٠	يحتاج لإضافات لمقاومة الصدأ
EP ليثيوم أو كالسيوم بالإضافة الى مركبات الرصاص	الأحمال العالية ومقاومة الرطوبة	١- لا يذوب في الماء ٢- يلتصق بالسطوح ويغطيها ٣- مقاوم للصدأ
الشحوم الصناعية	درجات الحرارة العالية حت ٣٠٠ درجة	

الزيوت

في حالة الزيوت الطبيعية لابد أن تكون نقية جداً عند استخدامها للكراسي التدحرجية. بالنسبة للإضافات الخاصة بمقاومة الصدأ أو للأحمال الكبيرة (لتكوين طبقة زيت تتحمل ضغط شديد) تستخدم في الحالات الخاصة فقط.

الزيوت الصناعية تستخدم أيضاً لعمليات التزييت ، ولضمان تكون طبقة زيت قادرة على حمل الأحمال الكبيرة بين الأجزاء الدوارة والحلقات الخارجية والداخلية.

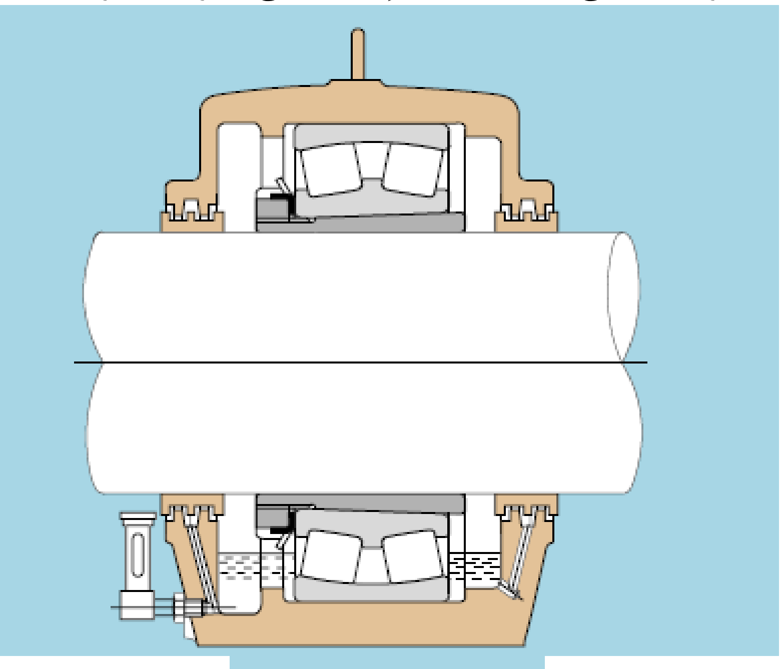
في الكراسي التدحرجية لابد أن يكون للزيت قيمة معين للزوجة لا يقل عنها عند درجات التشغيل المختلفة. بالنسبة للكراسي ذات السرعات العالية لابد أن تكون لزوجة الزيت غير مرتفعة حيث يسبب ذلك ارتفاع في درجات الحرارة وزيادة الاحتكاك والتآكل وتكوين ظاهرة Smearing . ويستخدم للكراسي الصغيرة ذات السرعات العالية زيوت ذات لزوجة منخفضة. وهناك خرائط وجداول لتحديد لزوجة الزيت للأحجام والسرعات المختلفة للكراسي.

طرق التزييت

١- Oil Path Lubrication مسار الزيت

تستخدم هذه الطريق في حالات السرع الواطئة والمعتدلة. على أية حال فأن الفائدة الأكثر أهمية في هذا النوع من التزييت هو السيطرة على كمية الزيت. يستخدم في حالات المحاور الأفقية بحيث يبقى مستوى الزيت في مركز الأمتدحرجات السفلى كما موضح بالرسم أدناه عندما يكون متوقفاً عن الحركة. لايسمح في هذه الطريق التذبذب العالي في مستوى الزيت لذلك يجب تثبيت مقياس للزيت لمعرفة وبسهولة مستوى الزيت داخل المسند في حالتي السكون والحركة.

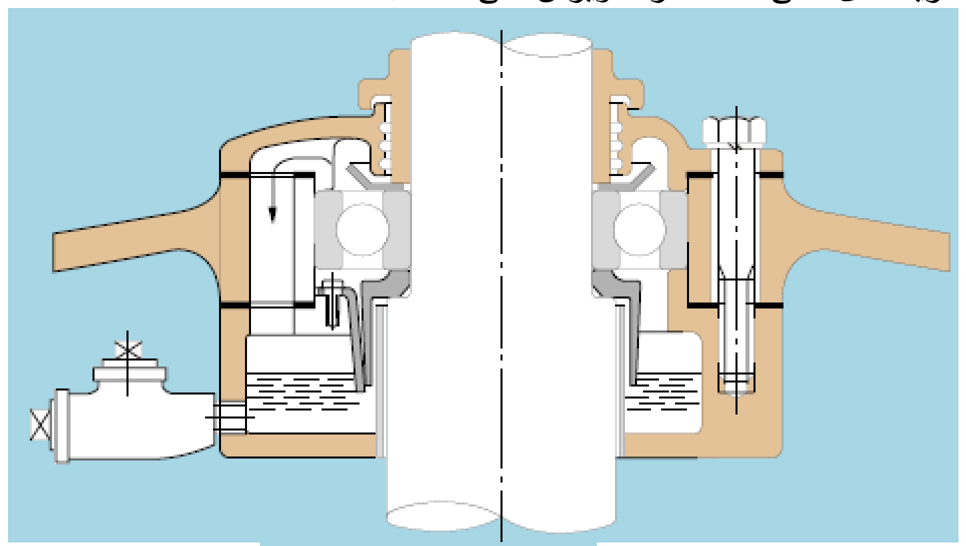
في حالة المحاور العمودية يجب أن يكون مستوى الزيت في المسند يغمر من ٥٠% الى ٨٠% من المتدحرجات. على أية حال يجب الإعتماد على الطرق الأخرى.



Oil bath lubrication

٢- رش الزيت Oil Splash

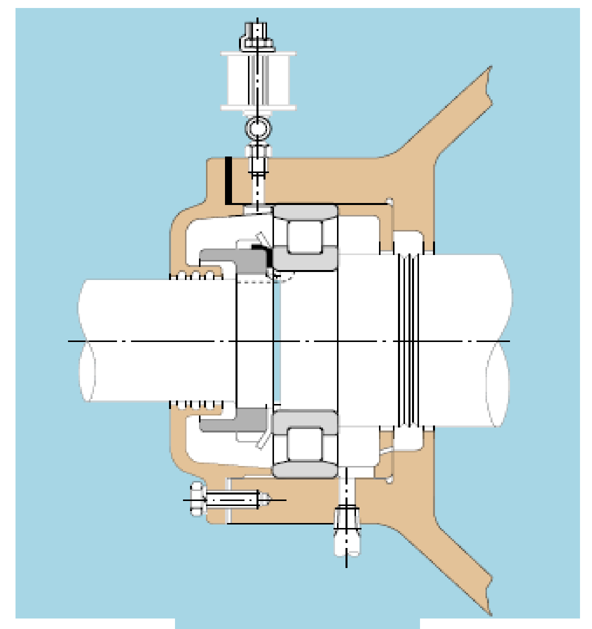
في هذه الطريق لايغمر الزيت المسند بصورة مباشرة وبدلاً من ذلك هناك عدة على المحور تقوم برش الزيت على المسند وممكن استخدام هذه الطريقة في تطبيقات السرع العالية. وكما ملاحظ في الشكل أدناه في حالة المحور العمودي فأن الجزء الدوار المستدق مرفق احت المسند تماماً وأن النهاية السفلى لهذا الجزء المستدق الدوار مغمور جزئياً في الزيت فيندفع الزيت تاى أعلى أثناء الحركة ويرش على المسند.



Oil spray lubrication

٣- التزييت بالتقطير Drip Lubrication

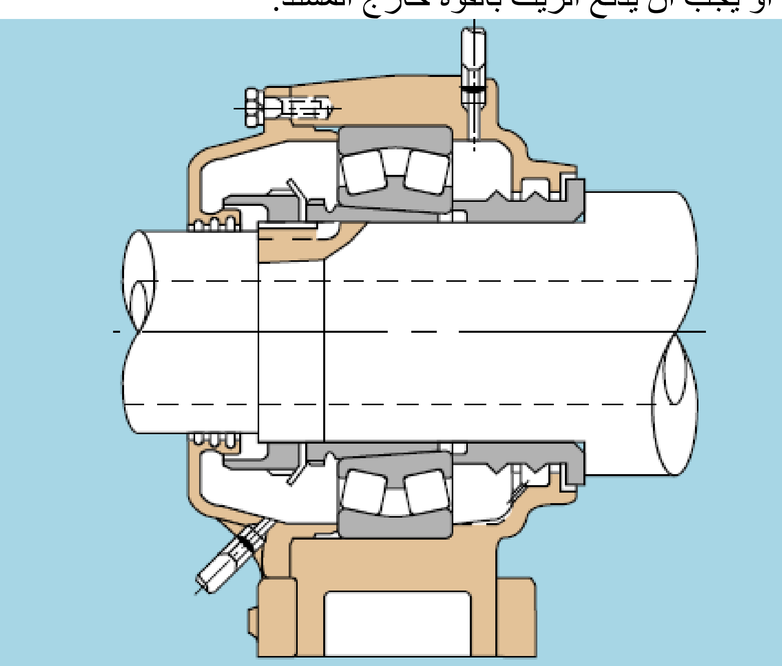
تستخدم هذه الطريق باسرع العالية جداً للأحمال الخفيفة والمتوسطة. يوضع المزيت أعلى الهاوزنك ويسمح للزيت بالتقطر الى الأسفل باتجاه المسند مرتطماً بالأجزاء المتدحرجة والتي بدورها تقوم بتدوير الزيت. كما انها تسمح بدخول كمية قليلة جداً من الزيت الى المسند وكمية الزيت هذه تعتمد على نوع المسند وأبعاده ولكن على أية حال فأن القطرات هي بضع قطرات بالدقيقة.



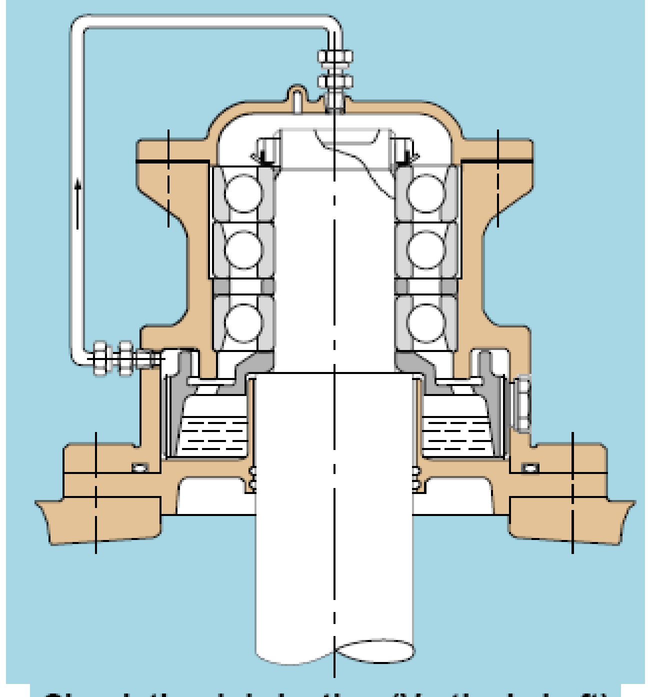
Drip lubrication

٤- نظام التزييت الدوار Circulating Lubrication

يستخدم هذها النوع لتبريد المسند أو في المنظومات التي تستخدم التوزيع الأوتماتيكي للزيت حيث ان الزيت يكون مركزياً. ان الفائدة الأساسية من هذا النوع انه من الممكن استخدام أجهزة تبريد وفلترة للزيت لأبقائه نظيفاً وبارداً ملحقة بالمنظومة. في هذه الطريق من المهم تفريغ الزيت الموجود في المسند بعد ان يمر من خلاله لذلك فأن نقطتي ادخال واخراج الزيت يجب أن تكونا في اتجاهين متعاكسين من المسند وكذلك يجب أن تكون نقطة التفريغ واسعة نسبياً أو يجب أن يدفع الزيت بالقوة خارج المسند.



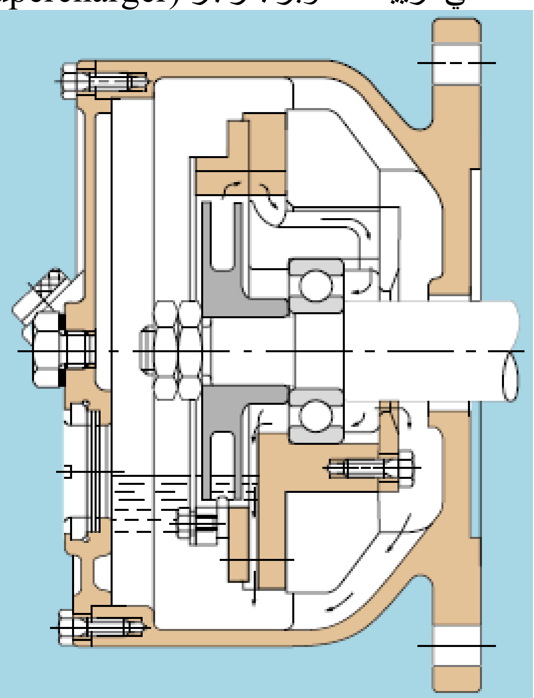
Circulating lubrication (Horizontal shaft)



Circulating lubrication (Vertical shaft)

٥- التزييت القرصي (Disc Lubrication)

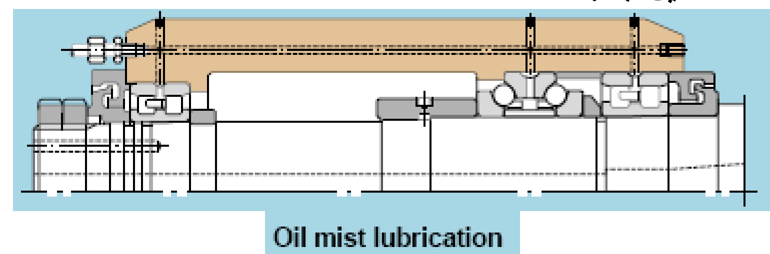
في هذه الطريقة يدور قرص مغمور بصورة جزئية في الزيت بسرعة عالية ساحباً الزيت الى الأعلى بواسطة القوة الطاردة المركزية الى خزان موضوع بالجزء العلوي من الهاوزنك. ثم بعد ذلك ينحدر الزيت الى أسفل بواسطة المسند. هذه الطريقة فعالة فقط في حالة السرع العالية جداً كما في تزييت السوبرجارجر (Supercharger) أو المنفاخ.



Disc lubrication

٦- التزييت برذاذ الزيت (Oil mist lubrication)

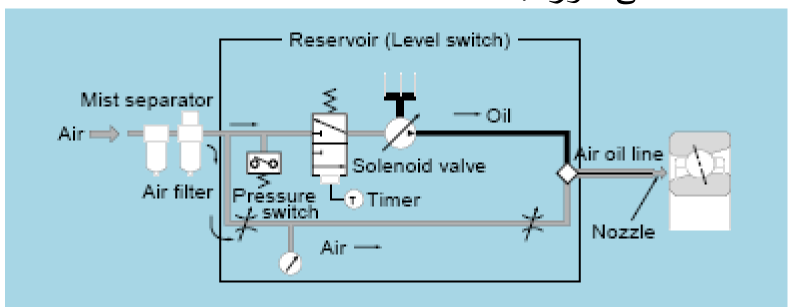
تتم هذه الطريق باستخدام هواء مظغوط حيث تتم تذرية الزيت قبل أن يدخل الى المسند. هذه الطريقة مناسبة فقط في حالات السرع العالية بسبب مقاومتها الواطئة للزيت. كما ملاحظ في الشكل أدناه فأن أداة تزييت واحدة يمكنها القيام بتزييت عدة مساند في نفس الوقت كما ان استهلاك الزيت هنا قليل جداً.



Oil mist lubrication

٧- نظام الهواء – الزيت للتزييت (Air – Oil Lubrication)

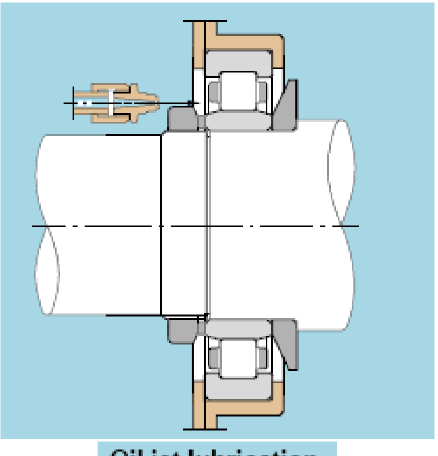
باستخدام هذه الطريقة فأن تمام الكمية المطلوبة من الزيت يتم تغذيتها لكل مسند وبالوقت المناسب حسب الفترات التصميمية وكما ملاحظ بالشكل فأن الكمية المغذاة من الزيت ترسل باستمرار تحت الضغط الى النوزل.



Air-Oil lubrication supply system

٨- التزييت بواسطة التدفق (Oil Jet Lubrication)

يتم في هذه الطريق تزييت المسند بواسطة تدفق الزيت بواسطة الضغط مباشرة الى جانب المسند. تعتبر هذه الطريق هي الأكثر معولية في الأستخدام في التطبيقات ذات الظروف القاسية (السرعة العالية ودرجات الحرارة العالية ...الخ). هذه الطريقة تستخدم في تزييت المسند الرئيسي في المحركات النفاثة والتوربينات الغازية وكل أنواع المعدات ذات السرع العالية. في العادة يتم حقن الزيت بواسطة نوزل مجور للمسند. على أية حال فأن المحور يزود عادة بثقوب يتم من خلالها حقن الزيت الى المسند بواسطة القوة الطاردة المركزية عندما يدور المحور.

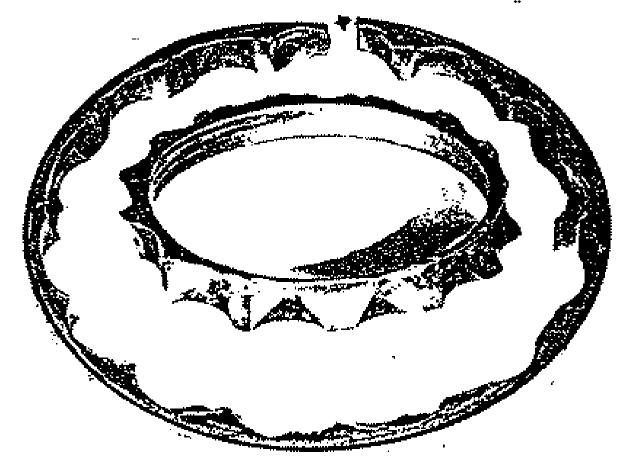


Oil jet lubrication

انهيارات الكراسي التدحرجية

تعتبر التآكلات للأجزاء المختلفة للكراسي التدحرجية ذات معدل بطيء وذلك بالرغم من مرور فترة تشغيل طويلة . ومعدا التآكل يكون سريعاً في مراحل التشغيل الأولى والأخيرة. التآكل في مراحل التشغيل الأولى يعتبر حتمياً ومعامل الأحتكاك مرتفع. وفي نهاية المرحلة الأولى تتحسن حالة السطوح وينخفض معامل الاحتكاك والتآكل. أما في مرحلة التشغيل الأخيرة فأن ارتفاع معامل الأحتكاك ومعد التآكل يكون بداية لأنهيار الكراسي التدحرجية.
وفي حالة استخدام الزيوت غير المناسبة فأنه يمكن بسهولة تحديد تآكل أجزاؤه المختلفة. ليس هذا فقط بسبب زيادة الخلوصات القطرية ولكن أيضاً بسبب ظهور شريط معتم على الأسطح المتدحرجة.

والقفص يعتبر من أكثر الأجزاء المتأثرة عند استخدام الزيوت غير المناسبة. من حيث الإجهادات المؤثرة عليه تعتبر بسيطة بالنسبة لقوى الإحتكاك العالية التي تتشابه نتيجة الحركة النسبية للأجزاء الدوارة التي يحكم مواضعها.
والقفص من أكثر الأجزاء التي تتعرض للأحتكاك الإنزلاقي وأنهياراته ترجع اساساً الى هذا العامل . والشكل التالي يوضح نموذج لأنهيار القفص بأحدى الكراسي التدحرجية . وغالباً ما يؤدي انهيار القفص بسبب سوء التزييت الى انهيار باقي أجزاء الكراسي التدحرجية. والعناية بأستخدام الزيوت المناسبة وتنقيتها من الرايش تؤدي الى الحفاظ على القفص ومنع تآكله.
والتزييت الغير مناسب له آثار سلبية ويمكن تحديده مباشراً خصوصاً في الكراسي التي تتعرض لقوى محورية عالية وذلك بسبب الحركة النسبية بين الأجزاء الدوارة وأحرف الحلقات الثابتة والمتحركة. ويتجسد هذا العيب خصوصاً في حالات القوى المحورية الزائدة كما هو موضح بالشكل.
والزيوت الغير مناسبة يمكن أن تتسبب في عملية اعاقة الحركة التدحرجية في الأجزاء الدوارة تحت تأثير الحمال المحورية الزائدة وينتج عن ذلك حركة انزلاقية شديدة بين الأجزاء الدوارة والحلقات الثابتة والمتحركة.
والتزييت غير السليم والمتمثل في قلة كمية الزيت أو الشحم يؤدي الى ارتفاع شديد في معامل الاحتكاك ودرجة الحرارة مما يؤثر على الخواص الفيزيائية للمعدن وتلفه. كما ان زيادة كمية الزيوت والشحوم عن الحد المقرر تؤدي الى إعاقة الحركة الدورانية للأجزاء الدوارة في مناطق الخلوصات مما يتسبب في حركة انزلاقية لهذه الأجزاء مع مجاري الدحرجة ويتسبب ذلك في معدل تآكل عالي في مناطق عدم التحميل (الخلوصات) وارتفاع درجة الحرارة وتلف الكرسي بأكمله.



كسر القفص نتيجة عيوب التزييت

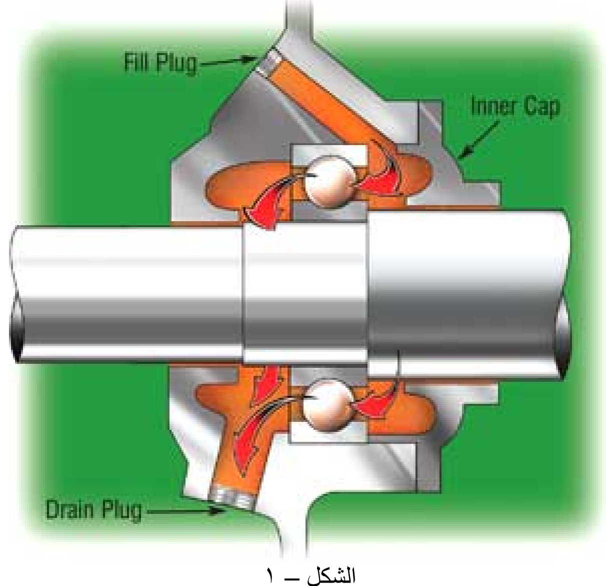
تصميم برنامج إعادة تشحيم المسند

ان المساند ذات العناصر المتدحرجة والتي تستخدم في المحركات الكهربائية لها مسببات كثيرة للفشل مثل الإختيار الخاطئ للمسند أو التثبيت غير الصحيح أو التعامل الخاطئ مع المسند أثناء التركيب أو استخدام تقنيات غير دقيقة أو مناسبة لتثبيت المسند أو الأحمال الدفعية المفرطة أو خسارة زيت التشحيم أو تلوث زيت التشحيم أو التشحيم المفرط.

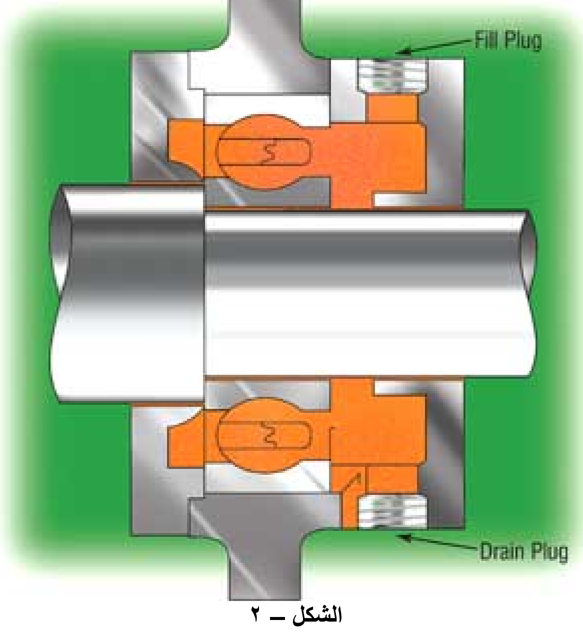
ان السيطرة على كمية الشحم المستخدم في المساند كانت مشكلة طويلة الأمد في الصناعة والاتباع البسيط لتوصيات OEM غير كافي لحل هذه المشكلة.
أن خبرات عمليات إعادة التشحيم قد طورت من قبل معهد بحوث الطاقة الكهربائية (EPRI) في عام ١٩٩٢ والتي هي مستخدمة بصورة واسعة في صناعة الطاقة النووية. ان البرنامج صمم لتقليل التشحيم الفائض (Overgreasing) في المساند في المناطق الوسطية له.
ان مشكلة التشحيم الفائض في المحركات الكهربائية تم تشخيصها أول مرة في صناعة الطاقة النووية في عام ١٩٨٨ الكثير من المحركات و/أو المساند قد حصل فيها فشل في محطات مختلفة للطاقة النووية بسبب التشحيم المفرط. في عام ١٩٩٢ قام مركز تطبيق الصيانة النووية ل (EPRI) بتطوير دليل صيانة تنبؤي ووقائي للمحرك الكهربائي. هذه الدليل يسلط الضوء على برنامج متكامل لصيانة محركات كهربائية متعددة استناداً عل نوع وحجم المسند المستخدم. جزء من هذا البرنامج يوفردليلاً خاصاً بعملية إعادة التشحيم للمساند. هذا البرنامج يساعد في توفير المال عن طريق تخفيض كلف العمل في إعادة التشحيم وكذلك عن طريق تقليل فرص الفشل الحاصلة في المساند بسبب التشحيم المفرط.

تصميم غطاء المسند

هنالك تصميمين أساسيين لغطاء المسند في أغلب المحركات مجهزة بعناصر إعادة تشحيم متدحرجة خاصة بالمسند. أكثر المحركات مصنعة مع تصميم الجهة الواحدة (الشكل-٢) (same-side design) أكثر من تصميم التدفق الأنسيابي (الشكل-١) (flow-through design). الشكل-٢ يوضح ان سدادة السحب هي المنفذ الخارجي الوحيد للتخلص من التجاويف الهوائية في الشحم.



الشكل – ١
Flow-Through Design
يستخدم مع المساند ذات الوجه المفتوح فقط



الشكل – ٢
Same-Side fill and drain
يستخدم مع المساند المفتوحة ومفردة الغطاء وكزدوجة الغطاء

الأنواع الأربعة الرئيسية للمساند

١- مساند الوجه المفتوح (Open Face Bearing)

يتكون هذا المسند من حلقة داخلية وحلقة خارجية (Inner & Outer Race) والكرات وقفص الكرات وهذا النوع ليس له القدرة على الإحتفاظ بالشحم بواسطة دروع وهو يتطلب تجويف حوله من أجل التشحيم.

٢- المساند المحمية بدرع واحد (Single Shielded Bearing)

هذا النوع من المساند يحتوي على درع من جهة واحدة وهو يركب دائماً بحيث ان جهة الدرع تقابل ملف المحرك. وهو قابل لأعادة التشحيم وبنفس الفترات بالنسبة للمساند المفتوحة.

٣- المساند المحمية بدرعين (Double Shielded Bearing)

هذا النوع من المساند مزود بدرعين معدنيين من الجانبين وهو مصمم لكي يحافظ على الشحم بين الدروع. هنالك فجوة هوائية بين الحلقة الداخلية والدروع لكي يتمكن الشحم من التنقل خلالها. وهنالك نقاش حول قابلية اعادة تشحيم هذا النوع من المساند. ان عملية اعادة تشحيم هذا النوع قد تمت بنجاح لذلك يجب الأخذ بنظر الأعتبار هذه العملية لهذا المسند.

٤- المساند المغلقة (المختومة) (Sealed Bearing)

هذه المساند صممت بشبه كبير للمساند ذات الدرعين مع فرق واحد. الحلقة الداخلية تنزلق ضد الأختام (Seals) وهذا يؤدي الى غياب الفجوة الهوائية بين الأختام والحلقة الداخلية مما يجعلها غير قابلة لإعادة التشحيم.



Figure 3. Open Face Bearing

Figure 4. Double-shielded Bearing

Figure 5. Sealed Bearing

حالات الفشل المتعلقة بالتشحيم

١- نقصان الشحم (Lubricant Starvation)

تحدث هذه الحالة عندما لا تمتلئ فجوة الشحم بالكمية الكافية من الشحم أثناء تركيب المسند أو عندما لايتم إعادة تشحيم المسند في الفترة المحددة لذلك، أو عندما يزال الشحم من المسند بسبب اتفاع درجة الحرارة في المسند.

٢- عدم توافق الشحم (Grease Incompatibility)

عندما تصنع الشحوم بمركبات أساسية مختلفة مثل الليثيوم أو غيرها. ليس كل أنواع الشحوم متوافقة مع بعضها البعض لذلك من المهم استخدام نفس النوع من الشحم على طول حياة المسند التشغيلية ويفضل استخدام الشحم الموصى به من قبل صانعي المسند.

٣- استخدام شحم خاطئ (Wrong Grease)

من المهم جداً استخدام الشحم المناسب للتطبيق المناسب. بعض تصميمات وتطبيقات المساند تتطلب شحم للأغراض العامة (General Purpose) بينما غيرها يتطلب شحم ذو ضغوط فائقة (Extreme Pressure) . لذلك فأن اختيار أو اعادة التشحيم بشحم خاطئ ممكن أن يؤدي الى فشل المسند بسرعة.

٤- زيادة الضغط على الدروع (Overpressurization of the Bearing Shields)

عندما يضاف الشحم في فجوة الشحم في المسند فأن الضغط يزداد. الضرر ممكن أن يحدث على مسند الدرع المنفرد أو على مسند المزدوج الدروع اذا تمت إعادة التشحيم للمسند بسرعة عالية. عندما يتم تشغيل المحرك فأن الشحم سوف يتمدد بسبب الحرارة فأذا كانت فجوة الزيت ممتلئة فأن التمدد الحراري سوف يؤدي الى ضرر بسبب الضغط على الدروع. في حالة أخرى ممكن أن تزاح الدروع من مكانها أو الدرع الخارجي ممكن أن يدفع قفص الكرات بسبب ضغط الزيت مما ؤدي الى فشل المسند.



Figure 6. Overgreasing Failure



Figure 7. Shield was pressurized by excessive grease which caused a cage failure.

٥- دخول الشحم الفائض داخل المحرك (Inside of Motor full of Grease)

اذا امتلأت فجوة الزيت في المسند وأسترت عملية إعادة التشحيم فأن الشحم الفائض ممكن أن يجد الشحم طريقه الى داخل المحرك مما يؤدي الى تغطية نهاية الملف بالشحم والذي يؤدي الى الإضرار بالعوازل الخاصة بالملف أو الإضرار بالمسند نفسه.

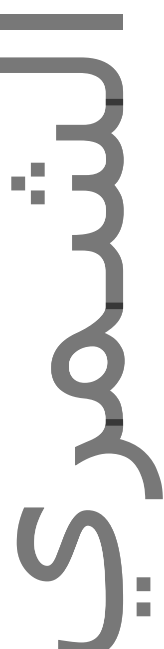




Figure 8. Overgreasing caused inside of motor to fill with grease.

٦- زيادة تسخين المسند بسبب الشحم الفائض (Overheating due to excess grease)

ان كريات المسند تعمل كمضخات لزوجة صغيرة التي تتدحرج على كمية قليلة من الشحم بين الكريات والحلقة. الحجم الأكثر من اللازم يجعل الكرات تخضخض الشحم مما يؤدي الى خسارة في الطاقة وكذلك ارتفاع في درجات الحرارة والذي بدوره يؤدي الى فشل المسند.

الأدوات المستخدمة للحد من التشحيم الفائض أو الأرتفاع بالضغط في المسند

هنالك شيء واحد يحدث عندما يضاف الشحم الى المحركات بأنه هناك مسار محدد للشحم الفائض لكي يخرج من فجوة المسند. هناك مثالين من الأجهزة المستخدمة للحد من التشحيم الفائض أو الحد من الضغط العالي عل فجوة المسند موضحين في الشكلين أدناه.

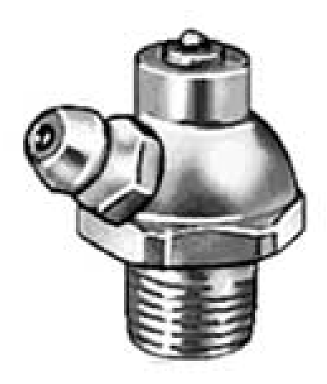




Figure 9. The pressure cut-off-fill-plug does not allow additional grease to be added to a grease cavity when the pressure exceeds 20 psi. (Left)
Figure 10. The plunger drain plug opens the center plunger on 1 to 5 psi to purge excess grease and pressure. (Right)

استعمال هذه التركيبان يمكن ان يقلل من الحاجة لإزالة سدادة التفريغ drain plug للتخلص من الضغط الإضافي والشحم الإضافي أثناء عملية التشحيم. التركيبات الموضحة في الشكل أعلاه متوفرة في الأسواق التجارية من (Alemite) وقد استعملت بنجاح في تطبيقات صناعة الطاقة النووية.

انحطاط كفاءة الشحم (Grease Degradation)

ان عملية انخفاض كفاءة الشحم هي عملية تدريجية وليست مفاجئة. وغالباً ما يظهر تأثير انخفاض كفاءة الشحم عندما يكون النحرك شغالاً، على أية حال ممكن أن تحدث بينما المحرك عاطل. ان عملية انحطاط الشحم ممكن أن يحدث في الحالات التالية:-

١- تصلب الشحم (Grease Hardening) :- يحدث هذا عادة عندما يمتص الشحم الأوساخ أو الرطوبة من الجو أو التأكسد خلال فترة زمنية طويلة.
٢- الفشل الكيمياوي (Chemical Breakdown) :- ممكن أن يحدث بسبب التسخين الزائد على المسند. التشحيم الفائض ممكن أن يؤدي الى زيادة الحرارة.
٣- أحمال المسند العالية (High Bearing Loads) :- ان محركات الحمل الجانبي تؤثر على المسند أكثر من المحركات المحملة بصورة مباشرة.
٤- انفصال الزيت عن مادة الشحم الأساسية (Oil Separation from grease Base Material) :- يحدث هذا مع المحركات التي تبقى عاطلة لفترات طويلة أو عندما يتم خضخضة الزيت لمدة طويلة أو بسبب العمل خارج العمر التصميمي للشحم.
٥- السرعة الدورانية للمسند (Rotational Speed of the Bearing) :- كلما زادت سرعة دوران المسند كلما كثر احتمال انحطاط الشحم.
٦- حجم المسند (Bearing Size) :- كلما كان المسند أكبر كلما كان الأنحطاط أكثر. ان حجم المسند مناسب عادة لقدرة المحرك.
٧- الظروف البيئية (Environment) :- عندما يعمل المسند بدرجات حرارة أكبر من ١٤٠ درجة غهرنهايتية فأنه يتعرض الى الأنحطاط أسرع.

برنامج إعادة التشحيم (Regreasing Program)

من الواضح ان هنال عوامل متعددة يجب أن تؤخذ بنظر الإعتبار لتوير برنامج إعادة تشحيم صحيح لكل المحركات الموجودة في الموقع.

١- تحقيق نوع المسند المناسب المركب في جهتي المحرك. هذا سوف يقرر اذا كان المسند المستخدم قابل إعادة التشحيم.
٢- تحقيق ملء الشحم الأولي لتجويف الشحم لضمان معرفة الفراغ المتوفر للتشحيم في المستقبل.
٣- تمييز نوع الشحم المستخدم (GP , EP أو شحم صناعي) والجهة المصنعة اذا كان بالإمكان.
٤- جعل تركيبات التشحيم سهلة المنال، تركيبات الملء والتفريغ.
٥- تنظيف المنطقة المحيطة بتركيبات الملء والتفريغ.
٦- تحديد مالك البرنامج ، اذا لم يكن هناك مالك للبرنامج فأن نجاحه غير محتمل.

تقنيات إعادة التشحيم (Regreasing Techniques)

كيف يجب أن يضاف الشحم؟

بما أن كريات المسند تعمل مضخات صغيرة للزوجة وأن لزوجة الشحم تقل بالحرارة ، لذلك فأن المسند يجب أن يتم إعادة تشحيمه أثناء دورانه. اذا لم يكن بالإمكان عمل ذلك فأنه يجب إعادة تشحيم المسند حال توقفه عن الخدمة بينما الشحم حار. بالرغم من انه ليس هناك برنامج يمكنه إزالة التشحيم الفائض من فجوة مملوءة بالشحم فأن الخطوات التالية ممكن أن تساعد في التقليل قدر الإمكان من الفشل الحاصل بسبب إعادة التشحيم.

الخطوات التالية يجب أن تؤدى حسب التتابع:-

١- التأكد من ان المشحمة تحتوي على الشحم المناسب لعملية إعادة التشحيم.
٢- تنظيف المكان جيداً حول تركيبات الملء والتفريغ.
٣- إزالة سدادة الإملاء وإذا كان بالإمكان إدخال فرشاة حلزونية الى داخل تجويف المسند وإزالة الكمية الصغيرة المتبقية من الشحم السابق من ممر التصريف. اذا كان نوع سدادة التفريغ من النوع الغطاس فأن هذه الخطوة تلغى.
٤- تشحيم المسند بالكمية المناسبة من الشحم. يضاف الشحم ببطء لتجنب حصول زيادة في الضغط داخل تجويف المسند.
٥- اذا كانت عملية التشحيم تؤدى الى محرك خارج الخدمة فيتم تشغيل المحرك حالما يصل الى درجة الحرارة المناسبة لتمدد الشحم. التأكد من ان سدادة التفريغ غير مركبة أثناء العملية مالم يكن السداد من النوع الغطاس.
٦- بعد تنظيف الشحم الفائض يتم إعادة تركيب السدادة وتنظيف منطقة التفريغ من الشحم الزائد.

كم مرة يجب أن تتم عملية إعادة التشحيم للمسند؟ ان البرنامج المذكور هنا يعتمد على المعلومات التالية حول تصميم المحرك وتشغيله:-

١- التشغيل مستمر
٢- التشغيل متقطع
٣- بديل أو خارج الخدمة
٤- مسند ذو وجه مفتوع و بدرع وبدرعين (من الجهتين للمحرك) . مع ملاحظة ان المساند المختومة لا يمكن اعادة تشحيمها.
٥- عدد اللفات بالدقيقة
٦- قدرة المحرك
٧- نوع الحمل جانبي أو مباشر
٨- درجة حرارة المحيط أقل أم أعلى من ١٤٠ درجة فهرنهايتية.

الجدول أدناه مصمم لبيئة نظيفة نسبياً. أي تواجد للأوساخ أو تلوث للبيئة فأنه يجب اجراء بعض التعديلات على الفترات الموصى بها.

RPM			HP		Load Configuration		Ambient Temperature (°F)		Operation		Regreasing Interval Months
1200	1800	3600[a]	>100[a]	<100	Belt[a]	Direct	>140[a]	<140	Cont.[a]	Stby/Lay-up	
X			X			X	X		X		12-18[e]
X			X		X			X	X		12-18[e]
X			X		X		X		X		6-9[f]
	X			X		X		X	X	(b)	36-54[c]
	X			X		X	X		X	For all	24-36[d]
	X			X	X			X	X	standby	24-36[d]
	X			X	X		X		X	or lay-up	12-18[e]
	X		X			X		X	X	motors	24-36[d]
	X		X			X	X		X		12-18[e]
	X		X		X			X	X		12-18[e]
	X		X		X		X		X		6-9[f]
		X		X		X		X	X	(b)	24-36[d]
		X		X		X	X		X	For all	12-18[e]
		X		X	X			X	X	standby	12-18[e]
		X		X	X		X		X	or lay-up	6-9[f]
		X	X			X		X	X	motors	12-18[e]
		X	X			X	X		X		6-9[f]
		X	X		X			X	X		6-9[f]
		X	X		X		X		X		6-9[f]

a - المحركات التي بهذه التصاميم فأن لها فترات أقل
b - فترات تشحيم المحركات البديلة أو الخرج الخدمة يجب أن تكون مرة ونصف المستمرة في العمل
c - مرة واحدة لكل ثلاث دورات . لاتزيد عن ٥٨ شهر
d - مرة واحدة لكل دورتين تشغيليتين لاتزيد عن ٤٠ شهر
e - مرة واحد لكل دورة تشغيلية . لاتزيد عن ٢٢ شهر
f - مرتين لكل دورة تشغيلية . لاتزيد عن ١١ شهر.

Table 1. Regreasing Intervals for Open Face and Single-shielded Bearings

للمحركات ذات الدورات المتقطعة فأن فترات التشحيم يجب أن تكون بنفس الإطار الزمني للمحركات ذات الدورات المستمرة مقاسة بوقت تشغيلهم وليس بالأيام التقويمية.

على سبيل المثال اذا كان لدينا محرك متقطع العمل يدور بنصف الوقت ويقابل نفس خصائص المحرك المذكور في الجدول ذو العمل المستمر والذي لديه فترات تشحيم مقدارها مابين ٢٤ الى ٣٦ شهر فأن فترات المحرك المتقطع تكون مابين ٤٨ الى ٧٢ شهر.

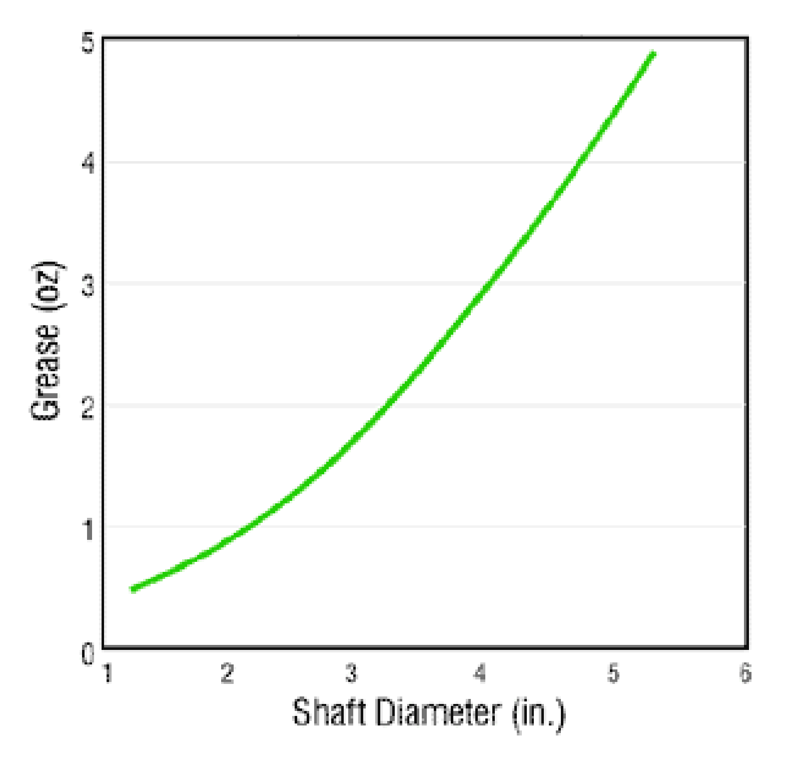
بما ان النقاشات لازالت جارية حول المسند ذو الدرعين حول قابليته لإعادة التشحيم فأن هذه النوع من المساند لم يذكر في الجدول أعلاه. على أية حال فأن المساند ثنائية الدروع يوصى بأن يضاعف التردد المذكور في الجدول ويضاف نصف كمية الشحم الموضحة في مخطط إملاء الزيت الموضح في الفقرة القادمة.

من الجدير ملاحظة أن هذا البرنامج صمم لتجنب التشحيم الفائض للمسند في الفترات الواقعة بين استبداله. عندما يتم استبدال المسند ليس فقط يجب أن يكون المسند محمي (سواء مفتوح أو ذو درع واحد)، لكن يجب أن تكون الفجوة مملوءة فقط للنصف لترك فراغ لإعادة التشحيم. يجب أن يضاف الشحم الى فجوة المسند بحيث يغطي كامل محيط المسند. وكذلك يجب أن يضاف الشحم بحيث يسمح له بأن يكون مماساً للمسند فأذا وضع الشحم في أسفل المسند فأنه لن يحصل اتصال بين المسند والشحم.

بالنسبة للمساند ذات الترتيب الذي له جانب مفتوح بأتجاه فجوة المسند سوف لن يكون هناك تماس للشحم يسمح للمسند بقذف الشحم حمل الكرات مسبباً نقصان في الشحم داخل المسندد مسبباً بدوره فشلاً محتملاً للمسند. عندما يمتلئ المسند بالشحم فأن الشحم الفائض يجب أن يتم تنفيسه خلال موضع التنفيس المعين وإلا سيدفع الى داخل المحرك. لسوء الحظ ، بسبب تردد صعوبة الوصول الى منطقة التنفيس بعد تركيب المحرك فأن هذه العملية في أغلب الأحيان لا تحدث. التشحيم الفائض ممكن أن يؤدي الى تشويه درع المسند و فشل القفص وزيادة تسخين المسند أو املاء داخل المحرك بالشحم الفائض.

ما مقدار الشحم الذي يجب أن يضاف؟

هذه منطقة أخرى التي فيها يقدم المنتجون المختلفون توصيات مختلفة. على أية حال للحصول على التوجيه المناسب حول كمية الشحم التي يجب أن تضاف لمحركات مختلفة الحجم يجب اتباع المخطط التالي الذي يوضح العلاقة بين وزن الشحم المطلوب وحجم محور المحرك (قطر المحور Shaft Diameter).



لسهولة تطبيق هذه العملية في المعامل فأن عدد الأونسانت من الزيت يجب أن تحول الى عدد الضربات المطلوبة من المشحمة المستخدمة لكل نوع من المشاحم المختلفة التي من الممكن أن تستخدم. أو من الممكن أن يستخدم مقياس معاير على فوهة المشحمة. بالنسبة للمحركات البديلة

أو الخارج الخدمة والمساند ذات الدروع المزدوجة فأن وزن الشحم يحدد بالمنحني أعلاه لأي محرك معطى يجب أن يقسم على أثنين وهذه القيمة هي التي يجب أن تستخدم لإعادة التشحيم.

ان تطوير برنامج إعادة التشحيم لكل أنواع المحركات المستخدمة يتطلب حق التملك من قبل ناس متخصصين في تصميم المحركات وحالات التشغيل وتاريخ استبدال المسند ونوع الشحم المستخدم. وعندما يتم تطوير هذا البرنامج فأنه يمكن تطبيقه بأتباع الأسلوب المطلوب . أثبت هذا البرنامج فعاليته الجيدة في تزويد الشحم الكافي خلال عمر المسند. وكذلك ساعد هذا البرنامج على التقليل من فشل المساند بسبب التشحيم الفائض.

العناية بالمساند وصيانتها

المقدمة

ان المساند المتدحرجة هي عنصر ميكانيكي يلعب دوراً مهماً في الصناعة حيث انه يسيطر على أداء الماكنة. اذا فشل أحد المساند فليس فقط الماكنة سوف تتوقف عن العمل ولكن خط التصنيع بأكمله سوف يتوقف واذا توقف أحد مساند الأكسل في السيارة فأن حادثاً خطيراً سوف يحصل.
ولتجنب المشاكل يجب على كل مصنع مساند أن يبذل كل جهده ليقدم ضماناً لأعلى نوعية ممكنة ويجب أن يؤكد على عناية الزبون الفائقة بالمسند.
كل مسند يصبح غير قابل للأستعمال بعد مرور زمن طويل حتى لو تم تركيبه بصورة صحيحة وكان تشغيله صحيحاً. ان سطوح ممر الكرات وأسطح الكرات نفسها تتعرض أثناء التشغيل الى اجهادات ضغوط متكررة الى تصبح في الأخر على شكل رقاقة.
يعرف عمر المسند عى انه العدد الكلي للدورات التي يدورها (أو عدد الساعات التشغيلية عند سرعة ثابتة) قبل الفشل. كما ان المسند يصبح أيضاً غير نافع بسبب الألتصاق (Seizing) أو التآكل أو التصليد الخاطئ أو التعرية ...الخ. هذه الأخطاء تحدث عند الأختيار الخاطئ أو التعامل الخاطئ مع المسند ويمكن تجنب هذه المشاكل عن طريق الأختيار الصحيح والتعامل الصحيح مع المسند والصيانة الصحيحة وكذلك الأخذ بنظر الأعتبار عمر حياة الكلال للمسند.
على أية حال فأن الفشل بسبب سوء التطبيق أو الخطأ في التصميم أو الصيانة هو أكثر تكراراً من الفشل بسسب التقشربسبب الكلال.

فحص المساند Inspection of Bearing

ان عملية فحص المساند خلال التشغيل هي عملية مهمة جداً للحؤول دون الفشل غير الضروري.
الطرق التالية يتم تبنيها عموماً لفحص المساند:-

١- الفحص أثناء التشغيل
يتضمن هذا الفحص درجة الحرارة والضوضاء والأهتزاز وكذلك اختبار خواص الزيت لتحديد فيما اذا كان يحتاج الى اضافة أو تبديل.

٢- الفحص بعد التشغيل
أي تغيير في المسند يم اختباره بعناية بعد التشغيل أو خلال فترات الفحص الدورية لأتخاذ الإجراءات اللازمة لمنع تكرار حدوث الفشل.

من المهم جداً للحصول على الصيانة الصحيحة تحديد متطلبات الفحص وكذلك الفترة الدورية اعتماداً على أهمية الماكنة أو المنظومة.

الفحص خلال تشغيل الماكنة Inspection When Machine is Running

١- درجة حرارة المسند

ترتفع درجة حرارة المسند عموماً في بداية التشغيل وتستقر خلال العمل بقيمة أقل من درجة حرارة البدء (عادة ١٠ – ٤٠ درجة مئوية أعلى من درجة حرارة الغرفة) في وقت معين. وقت استقرار درجة الحرارة يعتمد على الحجم ونوع وسرعة المسند بالأضافة الى منظومة التزييت وشكل تسريب الحرارة حول المسند. يتراوح هذا الوقت بين ٢٠ دقيقة الى بضع ساعات. أما اذا لم يستقر المسند فيجب تحديد الخلل ومن ثم يجب أن يتوقف التشغيل ويتخذ الأجراء التصحيحي اللازم للمسند. ان الأرتفاع الكبير في درجات الحرارة غير مرغوب مطلقاً لعمل المسند وكذلك يساهم في فشل عملية التزييت. عادة تكون درجة حرارة التشغيل للمساند أقل من ذ٠٠ درجة مئوية.
أدناه الأسباب الرئيسية المحتملة لآرتفاع درجات الحرارة :-

١- التزييت غير الكافي أو المفرط جداً.
٢- التركيب السيئ للمسند.
٣- الخلوص القليل جداً أو الحمل العالي جداً.
٤- الأحتكاك العالي جداً بين الأخدود وشفة المسند.
٥- النوع غير المناسب للزيت.
٦- الزحف بين الأسطح المتلاصقة.

٢- صوت المسند أثناء التشغيل

في الجدول أدناه الأصوات غير الأعتيادية التي تصدرها المساند وأسبابها. الرجاء ملاحظة بأن وصف بعض هذه الأصوات هو بالأحرى شيئ شخصي وممكن أن يتغير من شخص الى آخر.

Table 3.2 Typical Abnormal Bearing Sounds and Their Causes

Sound	Features	Causes
Hiss	Small Bearings	Raceway, ball or roller surfaces are rough.
Buzz to Roar	Loudness and pitch change with speed.	Resonation Poor fit (Poor shaft shape) Bearing rings deformed. Vibration of raceways, balls, or rollers (For large bearings, if this sound is minor, then this is considered normal). Brinelling
Crunch	Felt when the bearing is rotated by hand.	Scoring of raceway surface (regular). Scoring of balls or rollers (irregular). Dust/Contamination Deformed bearing ring (partial interference clearance).
Hum	Disappears when power supply is switched off.	Electromagnetic sound of motor.
Chatter	Noticeable at low speeds. Continuous at high speeds.	Bumping in cage pockets (insufficient lubricant)(Eliminated by clearance reduction or pre-loading. Rollers bumping into each other on full-roller bearing.
Clang/Clatter	Metallic, loud bumping sound. Thin section large bearing (TTB) at low speeds.	Bearing ring deformed. Grating of key.
Screech/Howl	Occurs mainly on cylindrical roller bearings. Sound changes with speed. Loud metallic sound that disappears temporarily when grease is added.	Large radial clearance. Poor lubrication/grease consistancy.
Squeak	Metal-to metal spalling sound. High pitch	Spalling of roller and rib of roller bearing. Small clearance Poor lubrication
Squeal	Generated irregularly due to grating.	Slip on fitting surfaces. Grating on mounting seat, of key, etc.
Faint tinkle	Irregular (not changing with speed). Primarily on small bearings.	Dust in bearing.
Rustle	Sound quality remains the same even if speed changes (Dirt). Sound quality changes with speed (Scoring).	Dirt Raceway, ball, or roller surfaces are rough.
Rustle	Generated intermittently at regular intervals.	Chafing at the labyrinth. Contact of cage and seal.
Rustle patter	Regular and continuous at high speed.	Generated by retainer. Normal if sound is clear. Grease is inadequate if sound is generated at low temperatures (Use soft grease). Wear of cage pockets. Insufficient lubricant. Low bearing load.
Growl	Continuous at high speeds.	Scoring on raceway, balls, or rollers.
Quiet Fizzing/Popping	Generated irregularly on small bearings.	Bursting sound of bubbles in grease.
Large Sound Pressure	Large Sound Pressure	Rough raceway, roller, or ball surfaces. Raceway, rollers, or balls are deformed by wear. Large clearance due to wear.

٣- أهتزاز المسند (Vibration of Bearing)

ان ضرر المسند ممكن أن يعين عن طريق قياس اهتزاز الماكنة. ان نسبة الضرر مككن استنتاجها من تحليل القيم الكمية لسعة الأهتزاز وكذلك قيمة التردد. على أية حال ،فأن القيم المقاسة تختلف بأختلاف نقاط القياس وكذلك تعتمد على الحالة التشغيلية للمسند لذلك يجب تجميع كمية من القياسات لنقاط مختلفة لتأسيس معايير التقييم لكل ماكنة.

٤- اختيار نوع الزيت (Lubricant Selection)

ان الغرض من التزييت هو طلاء اسطح التماس للعناصر المتدحرجة أو المنزلقة بطقة رقيقة من الزيت لتجنب الأتصال المباشر بين المعادن (metal-to-metal contact). ان التزييت الفعال للعناصر المتدحرجة له التأثيرات التالية:-

١- تقليل الأحتكاك والتآكل
٢- نقل الحرارة المتولدة من الأحتكاك
٣- زيادة العمر التشغيلي للمسند
٤- تقليل الصدأ
٥- تبقي الأجسام الغريبة (عناصر التلوث) بعيداً عن العناصر المتدحرجة وممر حركة المتدحرجات.

ولتحقيق الأغراض أعلاه يجب اختيار الزيت اعتماداً على المعايير الآتية:-

أ- اختيار الشحم

الشحم بصورة عامة يستخدم لتزييت العناصر المتدحرجة للمساند بسبب سهولة التعامل مع الزيت وبساطة منظمة منع التسرب. يجب اختبار نوع الشحم بعناية لتحديد خواص الزيت الأساس ونوع المثخن والإضافات واختيار نوع الشحم المناسب لموافقة الظروف التشغيلية للمسند. ان العلاقة العامة بين مقدار تماسك الشحم (Consistency) والتطبيقات للمسند معطاة في الجدول أدناه:-

Table 3.3 Consistency of Grease

NLGL consistency No.	JIS(ASTM) consistency after 60 workings	Application
0	355-385	Centralized lubrication
1	310-340	Centralized lubrication
2	265-295	General, prelubricated bearing
3	220-250	General, high temperature
4	175-205	Special applications

ب- اختيار الزيت

ان التزييت بواسطة الزيت مناسب عادة للسرع العالية جداً. كما انه مناسب لتسريب الحرارة العالية من المسند. ان لزوجة الزيت المطلوبة لدرجات حرارة معينة مثبت في الجدول أدناه.

Table 3.4 Viscosities Required for Operating Temperature of Bearings

Bearing Type	Kinematic viscosity mm2/s
Ball, cylindrical roller and needle roller bearings	13
Self-aligning roller bearings, tapered roller bearings and thrust needle roller bearings	20
Self-aligning thrust roller bearings	30

ان الدراسة بعناية للزوجة ودليل اللزوجة ومقاومة التأكسد ومقاومة التعرية ومقاومة تكون الصابون...الخ، تؤدي الى اختيار الزيت المناسب. الجدول أدناه يعطي دليلاً لأختيار الزيت.

Table 3.5 Selection Guide For Lubrication Oil Viscosity

Bearing operating temperature °C	dn value $x10^4$	ISO viscosity grade of oil (VG)		Applicable bearing types
		Normal load	Heavy or impact load	
-30~0	Up to allowable speed	22 32	46	All types
0~60	~ 1.5	46 68	100	All types
	1.5~8	32 46	68	All types
	8~15	22 32	32	Except for thrust ball bearings
	15~50	10	22 32	Single row radial ball bearings Cylindrical roller bearings
60~100	~1.5	150	220	All types
	1.5~8	100	150	All types
	8~15	68	100 150	Except for thrust ball bearings
	15~50	32	68	Single row radial ball bearings Cylindrical roller bearings
100~150	Up to allowable speed	320		All types
0~60	Up to allowable speed	46	68	
60~100	Up to allowable speed	150		Self-aligning roller bearings

Remarks
1. The table above is applicable to oil bath lubrication and recirculation lubrication.
2. Consult NTN if your operating condition is not shown in the table.

الشكل أدناه يبين تغير اللزوجة مع درجة الحرارة نواع مختلفة من الزيوت وبمساعدة الجدول أعلاه يتم اختيار اللزوجة الكافية في درجة حرارة معينة.

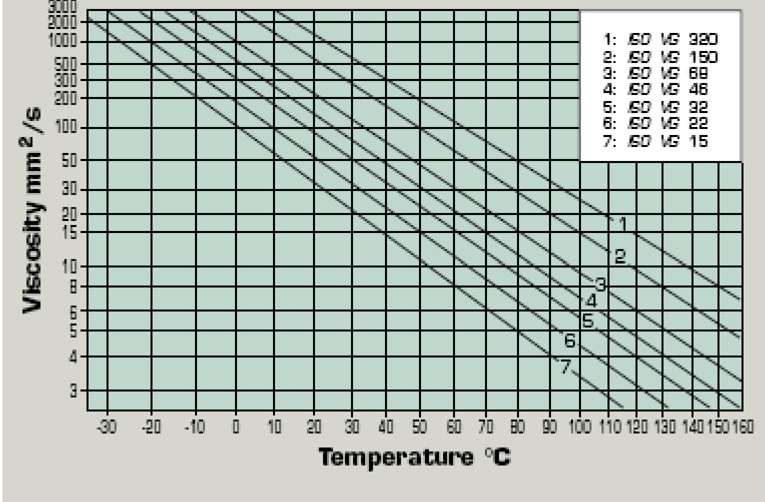


Fig. 3.1 Lubrication oil viscosity-temperature line diagram

٥- إعادة التزييت

في عملية التشحيم فأن خواص الزيت الأساس تتدهور بمرور الزمن لذلك تأتي الحاجة الى اعادة التشحيم في فترات دورية معينة. ان هذه الفترات تعتمد على نوع وحجم وسرعة المسند ونوع الشحم المستخدم. في عملية التزييت بواسطة الزيت السائل فأن الفترات تعتمد على الحالة التشغيلية للماكنة وكذلك على نوع منظومة التزييت المستخدمة. الجدولين أدناه يوفران دليلاً لفترات تغيير الزيت وفترات فحص الزيت.

Table 3.6 Lubrication Oil Properties and Serviceable Limits

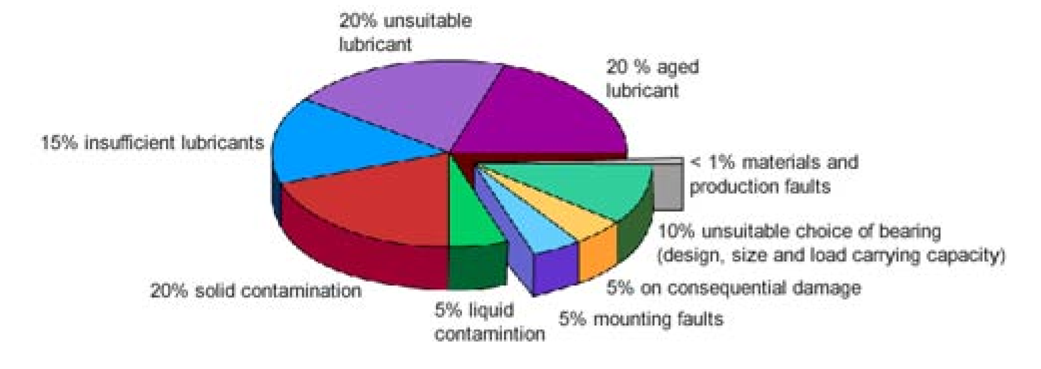
Property	Serviceable limit		Remarks
	Circulating oil	Gear oil	
Viscosity Deterioration mm²/s	Less than 10%	25% max., 10 to 15% is preferable	Caused by oxidation or mixing with different type of oil.
Water content in volume %	0.2 max.	0.2 max.	May be reusable after water removal
Insoluable matter in weight — Normal Pentane %	0.2 max.	1.0 max.	Additive carbon particles Dust
Insoluable matter in weight — Benzene %	0.9 max.	0.5 max.	
Sedimentation value ml/10ml	0.1 max.		Contaminants such as water and dust, or worn metal particles.
Total acid value KOHmg/g	2 to 3 times that of new oil		Adopt higher value according to additives
Ash %	—	0.2 max.	
Iron content in ash %	—	0.1 max.	

Table 3.7 Frequency of Lubricating Oil Analysis

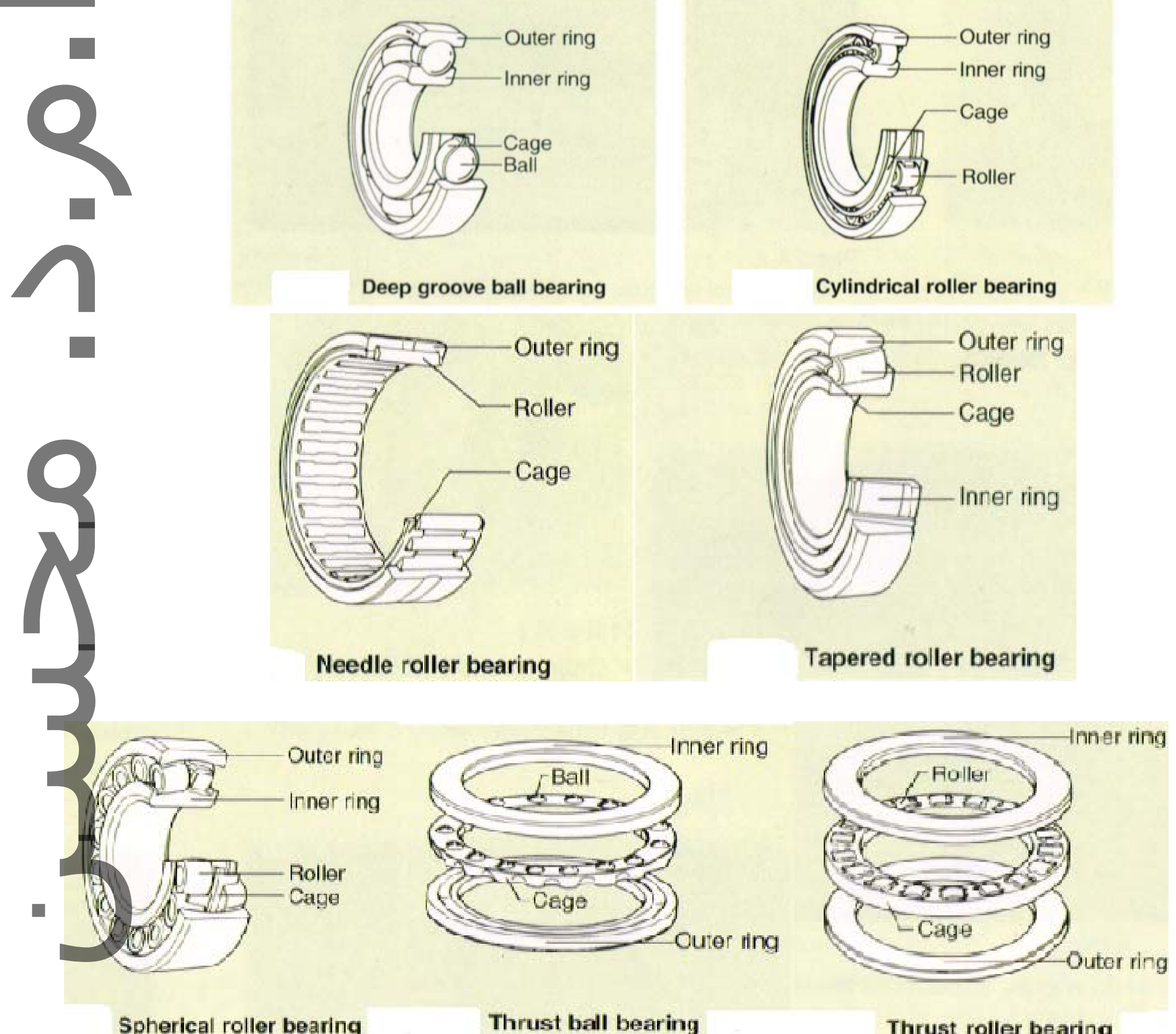
Lubrication system	Inspection interval	
	Normal operating conditions	Severe operating conditions
Disk lubrication method	One year	6 months
Oil bath or splash lubrication	6 months	3 months
Circulating lubrication	9 months	1 to 3 months

Severe operating conditions means:
(1) Severe water condensation or ingress
(2) Excessive ingress of dust, gas, etc.
(3) Operating temperature exceeding 120°C

ان المساند المنتهية أعمارها أو المساند المستبدلة بعد عملية الفحص يجب أن تتم ملاحظتها بالعين المجردة بدقة لكل الأجزاء لتقييم عمل المسند فيما اذا كان مرضياً أم لا. اذا تم تحديد أي شيء غير طبيعي فيجب تحديد الشذوذ الحاصل وتعيين سبب الشذوذ كما سنأتي عليه لاحقاً.
ان المسند قابل للأستخدام حتى انتهاء عمر الكلال الخاص به اذا تم التعامل معه بصورة صحيحة. أما اذا فشل مسبقاً فمن المحتمل ان السبب هو خطأ في الأختيار أو التعامل مع المسند أو التزييت أو تركيب وإزالة المسند. في بعض الأحيان نجد صعوبة في تحديد سبب فشل المسند بسبب تدخل عوامل كثيرة محتملة. على أية حال فمن المحتمل تجنب تكرار مثل هذه المشاكل عن طريق الأخذ بنظر الأعتبار الأسباب اعتماداً على حالة وظروف الماكنة التشغيلية التي على اساسها فشل المسند. كذلك يجب الأخذ بنظر الأعتبار موقع التنصيب وظروف التشغيل المحيطية والهيك المحيط عند تحليل الفشل.
ان فشل المساند تم تصنيفه وتعزيزه بواسطة صور يمكن استخدامها كدليل لمعرفة أسباب الفشل.



الأشكال السبعة أدناه تمثل أسماء الأجزاء الخاصة بالمساند للمساعدة في تحديد اسباب الفشل.



التقشير(Flaking) (القشور المزالة كبيرة الحجم)

Condition	Cause	Solution
Raceway surface is flaked Surface after flaking is very rough.	Rolling fatigue. Flaking may be caused early by over-load, excessive load due to improper handling, poor shaft or housing accuracy, installation error, ingress of foreign objects, rusting, etc.	(1) Find the cause of the heavy load. (2) Examine operating conditions and adopt bearings with larger capacity as necessary. (3) Increase viscosity of oil and improve lubrication system to form an adequate lubricating oil film. (4) Eliminate installation errors.

الحالة	السبب	العلاج
ممر حركة المتدحرجات متقشر. السطح بعد التقشير أصبح خشناً.	كلال الدحرجة. التقشر من المحتمل انه حصل بسبب الحمل الزائد بسبب التعامل الخطأ مع المسند، الدقة القليلة للمحور أو بيت المسند أو خطأ في التركيب ، دخول أجسام غريبة أو الصدأ.	١- ايجاد سبب الحمل المفرط. ٢- اختبار الظروف التشغيلية وتبني مسند بسعة أكبر من الظرورية. ٣- زيادة لزوجة الزيت وتحسين منظومة التزييت لتكوين طبقة زيت كافية. ٤- تصحيح الخطأ في التركيب.



Photo A-1
- Deep groove ball bearing.
- Inner ring, outer ring, and balls are flaked.
- The cause is excessive load.



Photo A-3
- Inner ring raceway of a deep groove ball bearing



Photo A-2
- Outer ring of angular contact ball bearing
- Flaking of raceway surface spacing equal to distances between balls.
- The cause is improper handling.



Photo A-4
- Outer ring raceway of an angular contact ball bearing



Photo A-5

- Inner ring of deep groove ball bearing
- Flaking on one side of the raceway surface
- The cause is an excessive axial load.



Photo A-6

* Inner ring of spherical roller bearing.
* Flaking only on one side of the raceway surface.
* The cause is an excessive axial load.



Photo A-7

- Tapered roller bearing
- Flaking on 1/4 circumference of inner ring raceway with outer ring and rollers discolored light brown.
- The cause is excessive pre-load.



Photo A-8

- Outer ring of double row angular contact ball bearing.
- Flaking on 1/4 circumference of outer ring raceway.
- The cause is poor installation.



Photo A-9

- Thrust ball bearing
- Flaking on inner ring raceway (bearing ring fastened to shaft) and balls.
- The cause is poor lubrication.



Photo A-10

- Outer ring raceway of double row tapered roller bearing (RCT bearing)
- Flaking originated from electric pitting on the raceway surface (refer to Section 5.13 "Electrical Pitting")

قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد
أ.م.د. محسن عبدالله الشمري

التقشر (Peeling) (القشور المزالة صغيرة الحجم ١٠ مايكرون تقريباً)

Condition	Cause	Solution
Peeling is a cluster of very small spalls (size about 10μm). Peeling can also include very small cracks which develop into spalls.	Likely to occur in roller bearings. Tends to occur if surface of oppisite part is rough or lubrication characteristics are poor. Peeling may develop into flaking.	(1) Control of surface roughness and dust (2) Selection of appropriate lubricant (3) Proper break-in

الحالة	السبب	العلاج
التقشر يكون على شكل عناقيد مكونة من شظايا صغير الحجم تصل الى ١٠ مايكرون. من الممكن أن يتضمن شقوق صغيرة الحجم والتي من الممكن أن تتحول الى شظايا مزالة.	من المحتمل أن يحدث في المساند المتدحرجة. يميل الى الحدوث اذا كان السطح المقابل خشن نسبياً أو اذا كانت خواص المزيت ضعيفة. ممكن ان يتطور الى تقشير (Flaking).	١- السيطرة على خشونة السطح والصدأ. ٢- اختيار المزيت المناسب ٣- الترويض الصحيح.



Photo B-1
- Rollers of spherical roller bearing
- Peeling on rolling contact surfaces
- The cause is poor lubrication.



Photo B-2
- Tapered roller bearing
- Development of peelling to flaking on inner ring and rollers
- The cause is poor lubrication.

التشظي (Spalling)

Condition	Cause	Solution
Score accompanying seizing. Mounting score in axial direction. Scores on roller end face and guide rib-cycloidal scores. Scratches in spinning direction on raceway surface and rolling contact surfaces.	Poor mounting and removing practice. Oil film discontinuation on the contact surface due to excessive radial load, foreign object trapping, or excessive pre-load. Slippage or poor lubrication of rolling elements.	(1) Improvement in mounting and removing procedures. (2) Improvement in operation conditions (3) Correction of pre-load (4) Selection of adequate lubricant and lubrication system (5) Improvement of sealing efficiency

الحالة	السبب	العلاج
الخدوش التي تصاحب الألتصاق. تتكون الخدوش بالأتجاه المحوري. الخدوش على نهاية وجه المتدحرج وتكون على شكل اضلاع دائرية. الحزوز تكون بأتجاه الدوران على وجه ممر حركة المتدحرجات ووجه العناصر المتدحرجة.	الخبرة الضعيفة في مجال النصب والأزالة. عدم استمرارية طبقة الزيت بسبب الأحمال القطرية الزائدة أو انحصار الأجسام الغريبة أو الأحمال السابقة الفائضة. انحدار الزيت أو التزييت القليل للعناصر المتدحرجة.	١- تحسين طرق التنصيب والأزالة. ٢- تحسين الظروف التشغيلية. ٣- تصحيح الأحمال المتقدمة. ٤- اختيار الزيت المكافئ ومنظومة التزييت المناسبة. ٥- تحسن كفاءة موانع التسرب.





Photo C-1
- Inner ring of cylindrical roller bearing
- Spalling on rib
- The cause is excessive load.



Photo C-2
- Inner ring of cylindrical roller bearing
- Spalling on raceway surface and cone back face rib
- The cause is poor lubrication.

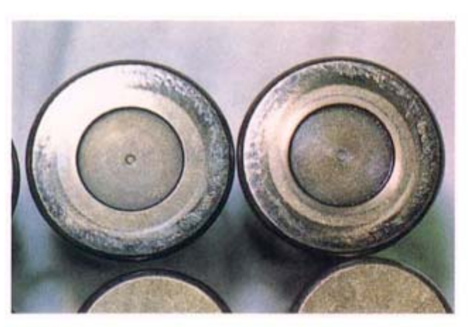


Photo C-3
- Rollers of tapered roller bearing
- Cycloidal spalling on the end faces (Scuffing)
- The cause is poor lubrication.



Photo C-4
- Roller of cylindrical roller bearing
- Score in axial direction on rolling contact surface caused during mounting.
- The cause is poor mounting practice.

التلطخ (Smearing)

Condition	Cause	Solution
Surface is roughened and tiny particles adhere.	Rolling elements slip in rolling motion and characteristics of lubricant are too poor to prevent slippage.	(1) Select optimum lubricant and lubrication system capable of forming sound oil film. (2) Use a lubricant including extreme pressure additive. (3) Take precautions such as a small radial clearance and pre-load to prevent slippage.

الحالة	السبب	العلاج
تخشين السطح في بقعة معينة مع التصاق اجزاء صغيرة جداً.	العناصر المتدحرجة تنزلق على شكل حركة تدحرجية وخصائص المزيت ضعيفة جداً لتمنع الأنزلاق.	١- اختيار المزيت الأفضل ومنظومة التزييت الأفضل التي تقدر على تكوين طبقة الزيت الصحيحة. ٢- استخدام زيت يحتوي على اضافات الضغوط العالية. ٣- اخذ الإحتياطات اللازمة مثل الخلوص القطري القايل والحمل المتقدم لمنع الأنزلاق.



Photo D-1
- Inner ring of cylindrical roller bearing
- Smearing on raceway suface
- The cause is slippage of rollers due to foreign objects trapped within.



Photo D-2
- Roller of same bearing as that of the inner ring shown in Photo D-1
- Smearing on rolling contact surface
- The cause is slippage of rollers due to foreign objects trapped within.



Photo D-3
- Rollers of spherical thrust roller bearings
- Smearing at middle of rolling contact surfaces
- The cause is slippage of rollers due to foreign objects trapped within.



Photo D-4
- Inner ring of double row tapered roller bearing (RCT bearing)
- Smearing on raceway surface

التآكل المتدرج (Stepped Wear)

Condition	Cause	Solution
Surface is worn and dimensions are reduced compared with other portions. Surface mostly roughened and scored.	Ingress of solid foreign objects. Dirt and other foreign objects in lubricant. Poor lubrication. Skewing of rollers.	(1) Selection of optimum lubricant and lubrication system (2) Improvement in sealing efficiency (3) Filtration of lubricating oil (4) Elimination of misalignment

الحالة	السبب	العلاج
يتآكل الوجه بحيث تصبح الأبعاد أقل مقارنة ببقية الأجزاء. بصورة عامة يتخشن الوجه ويتحزز.	دخول أجسام غريبة خشنة صلدة. وساخة وأجسام غريبة أخرى في المزيت نفسه. التزييت الضعيف. ميلان المتدحرجات.	١- اختيار الزيت الأفضل ومنظومة التزييت الأفضل. ٢- تحسين كفاءة موانع التسرب. ٣- استخدام مرشحات الزيت. ٤- تصحيح اللامحورية.



Photo E-1
- Outer ring of cylindrical roller bearing
- Stepped wear on raceway surface
- The cause is poor lubrication.



Photo E-2
- Inner ring of cylindrical roller bearing (inner ring of which is shown in Photo E-1)
- Stepped wear on full circumference of raceway
- The cause is poor lubrication.



Photo E-3
- Outer ring of double row angular contact ball bearing (hub unit bearing)
- Wear on one side of the raceway
- The cause is poor lubrication.



Photo E-4
- Retainer of cylindrical roller bearing
- Wear of pockets of machined high tensile brass casting retainer (G1)

التبقع وتغير اللون (Speckles and Discoloration)

Condition	Cause	Solution
Speckles Raceway surface is matted and speckled. Speckles are clusters of tiny dents. Discoloration The surface color has changed.	Ingress of foreign objects Poor lubrication Temper color by overheating(2) Deposition of deteriorated oil on surface	Speckles (1) Improvement in sealing efficiency Filtration of oil (3) Improvement in lubrication system Discoloration (1) Oil deposition is removable by wiping with an organic solvent (oxalic acid). (2) If roughness is not removable by polishing with sandpaper, it is rust or corrosion. If completely removable, it is temper color due to overheating.

الحالة	السبب	العلاج
ظهور البقع. انطفاء لمعة وجه ممر التدحرج. البقع على شكل عناقيد من الحزوز الدقيقة. تغيرلون السطح.	دخول أشياء غريبة. التزييت الضعيف. تغير طفيف باللون بسبب الحرارة العالية. ترسب الزيت المتدهور على السطح.	**التبقع** ١- تحسين كفاءة موانع التسرب ومرشحات الزيت. ٢- تحسين منظومة التزييت. **تغير اللون** ١- ترسب الزيت قابل للتحسن عن طريق الطمس بمحلول عضوي (حامض الأوكساليك). ٢- اذا لم يتم التخلص من الخشونة بواسطة ورق التنعيم فأن هذه الخشونة هي عبارة عن صدأ أو تعرية. أما اذا أزيل كلياً فأنه تغير طفيف باللون بسبب الحرارة الزائدة.



Photo F-1
- Inner ring of double row tapered roller bearing (RCT bearing)
- Raceway surface is speckled
- The cause is electric pitting.



Photo F-2
Ball of deep groove ball bearing
- Speckled all over
- The cause is foreign objects and poor lubrication.

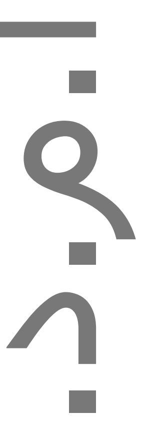




Photo F-3
- Outer ring of spherical roller bearing
- Partial oil deposition on raceway surface



Photo F-4
- Spherical roller bearing
- Discoloration of inner and outer ring raceway surfaces
- The cause is deterioration of lubricant.

التحزيز(التثلم) (القطع المتعرج) (Indentation)

Condition	Cause	Solution
Hollows in raceway surface produced by solid foreign objects trapped or impacts (False brinelling)	Ingress of solid foreign objects Trapping of flaked particles Impacts due to careless handling	(1) Keeping out foreign objects (2) Check involved bearing and other bearings for flaking if dents are produced by metal particles. (3) Filtration of oil (4) Improvement in handling and mounting practices

الحالة	السبب	العلاج
حفر في ممر المتدحرجات انتجت بسبب الأجسام الصلدة الغريبة المحصورة أو الصدمة (التصليد الخاطئ)	دخول أشياء غريبة. انحصار الأجزاء المتقشرة. الصدمة بسبب الأهمال في التعامل مع المسند.	١- إبعاد الأجسام الغريبة. ٢- فحص المساند من التقشر اذا تم انتاج الحزوز بسبب الأجزاء المعدنية. ٣- ترشيح الزيت. ٤- تحسين التعامل وتركيب المسند.

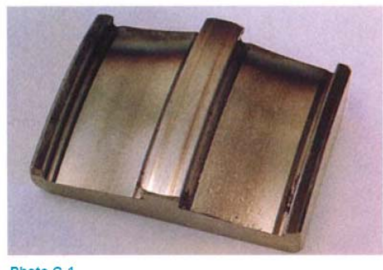


Photo G-1
- Inner ring (cut off piece) of self-aligning roller bearing
- Dents on one side of the raceway
- The cause is trapping of solid foreign objects.



Photo G-2
- Rollers of spherical roller bearing
- Dents on rolling contact surfaces
- The cause is trapping of solid foreign objects.





Photo G-3
- Rollers of tapered roller bearings
- Dents all over rolling contact surfaces. (Temper color at two ends.)
- The cause is foreign objects carried by lubricating oil.

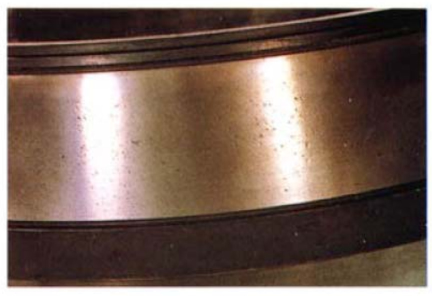


Photo G-4
- Inner ring of tapered roller bearing
- Dents on raceway surface
- The cause is trapping of foreign objects.

الأجتذاذ (التشذر) (Chipping)

Condition	Cause	Solution
Partial chipping of inner ring, outer ring, or rolling elements.	Trapping of large solid foreign objects Impact or excessive load Poor handling	(1) Trouble shooting and improvements of impacts and excessive load (2) Improvement in handling (3) Improvement in sealing characteristics

الحالة	السبب	العلاج
تشذر جزئي للحلقة الداخلية والخارجية والعناصر المتدحرجة.	انحصار أجزاء كبيرة صلدة. الصدمة والأحمال الزائدة. التعامل السيء.	١- تحري الخلل وتحسين الصدمة والتخلص من الأحمال الفائضة. ٢- تحسين التعامل مع المسند. ٣- تحسين خواص مانع التسرب.



Photo H-1
- Cylindrical roller bearing
- Chipping of guide ribs of inner and outer rings
- The cause is excessive impact load.



Photo H-2
- Inner ring of spherical roller bearing
- Rib chipped
- The cause is excessive impact load.





Photo H-3
- Inner ring of tapered roller bearing
- Chipping of cone back face rib
- The cause is impact due to poor mounting.



Photo H-4
- Inner ring of double row tapered roller bearing
- Chipping of side face
- The cause is impact due to improper handling.

التشقق (Cracking)

Condition	Cause	Solution
Splits, and cracks in bearing rings and rolling elements.	Excessive load Excessive impacts Overheating by creeping and rapid cooling Very loose fit Large flaking	(1) Examination and improvement of cause of very large load (2) Prevention of creep (3) Correction of fit

الحالة	السبب	العلاج
الأنفصالات والتشققات في حلقات المساند والعناصر المتدحرجة.	● الحمل الفائض ● الصدمة الفائضة ● الحرارة العالية والتبريد المفاجئ ● التوافق المرتخي جداً ● التقشير الكبير	١- اختبار وتحسين اسباب الحمل الفائض جداً. ٢- منع الزحف. ٣- تصحيح التوافق.

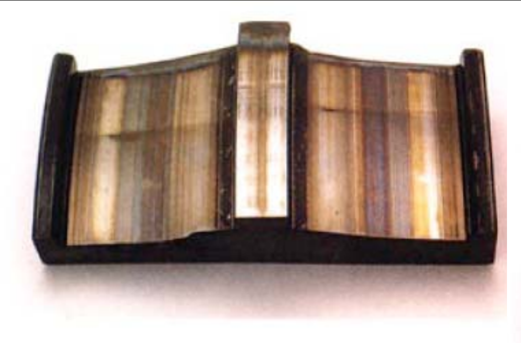


Photo I-1
- Inner ring of spherical roller bearing
- Split of raceway surface in the axial direction
- The cause is excessive interference fit.

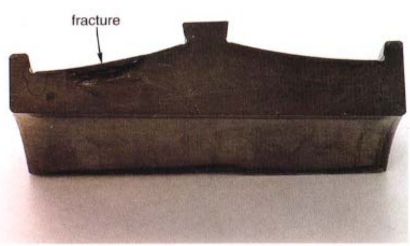


Photo I-2
- Fracture of inner ring shown in Photo I-1
- Originating point is ibserved at the middle of the left raceway surface.

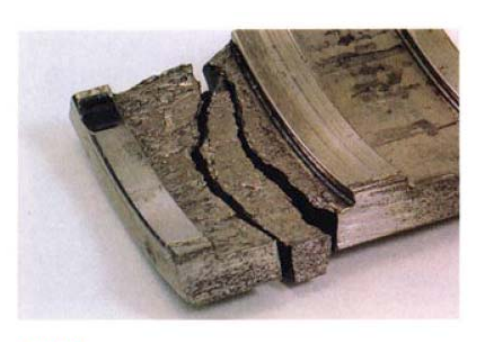


Photo I-3
- Outer ring of four-row cylindrical roller bearing
- Split of raceway surface in the circumferential direction, originated from large flaking.
- The cause is large flaking.



Photo I-4
- Outer ring of angular contact ball bearing
- Split of raceway surface in the circumferential direction
- The cause is slipping of balls due to poor lubrication.

الصدأ والتعرية (Rust and Corrosion)

Condition	Cause	Solution
Rusting or corrosion of bearing ring and rollling element surfaces Sometimes rusted at spacing equal to the distances between the rolling elements	Ingress of water or corrosive material (such as acid) Condensation of moisture contained in the air. Poor packaging and storing conditions, and handling with bare hands.	(1) Improvement in sealing effect (2) Periodic inspection of lubricating oil (3) Careful handling of bearing (4) Measures for preventing rusting when not operating for a long period of time.

الحالة	السبب	العلاج
صدأ وتعرية حلقات المسند وأسطح العناصر المتدحرجة. في بعض الأحيان يتكون الصدأ على مسافات مساوية للمسافات بين العناصر المتدحرجة	دخول الماء أو المواد الآكلة (مثل الأحماض). تكثف البخار الموجود في الهواء. سوء الرزم وحالة الخزن والتعامل باليد المجردة.	١- تحسين تأثير الأختام (موانع التسرب). ٢- الفحص الدوري للزيت. ٣- التعامل بعناية مع المسند. ٤- اجراء القياسات حول الصدأ عندما يترك المسند لفترة طويلة.



Photo J-1
- Inner ring of tapered roller bearing
- Rusting on raceway surface spacing equivalent to the distance between rollers. The cause is water in lubricant.



Photo J-2
- Outer ring of tapered roller bearing
- Rusting on raceway surface spacing equivalent to the distances between rollers. The cause is water in lubricant. Some points are corroded.



Photo J-3
- Roller of spherical roller bearing
- Rust as well as corrosion on rolling contact surface
- Ingress of water

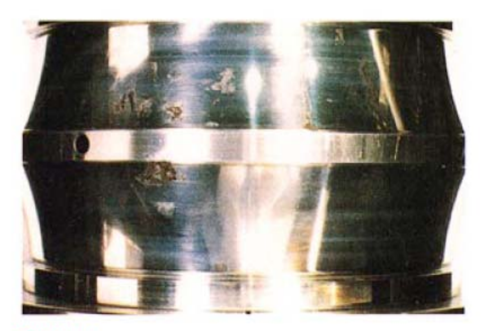


Photo J-4
- Inner ring (split type) of self-aligning roller bearing
- Rust and corrosion of the raceway surface
- The cause is ingress of water.

الزرجنة (الإلتصاق) (Seizing)

Condition	Cause	Solution
Bearing generates heat and is seized up by heat disabling spinning. Discoloration, softening, and welding of raceway surface, rolling contact surfaces, and rib surface.	Dissipation of heat generated by bearing is not enough. Poor lubrication or lubricant improper. Clearance excessively small. Excessive load (or pre-load). Roller skewing and installation error.	(1) Improve dissipation of heat from bearing (2) Selection of suitable lubricant and determination of optimum lubricant feeding rate. (3) Prevention of misalignment (4) Improvement in clearance and pre-load (5) Improvement in operating conditions

الحالة	السبب	العلاج
يقوم المسند بتوليد الحرارة ثم تحدث عملية الإلتصاق عن طريق التعطيل الحراري للدوران. فقدان اللون، التنعيم ولحام سطح ممر المتدحرجات وأسطح التلامس للمتدحرجات وكذلك أسطح الأعصاب.	ان التخلص من الحرارة عن طريق المسند فقط غير كافي. التزييت السيء والزيت غير المناسب. الحمل الفائض. ميلان المتدحرجات والخطأ في التركيب.	١- تحسين منظومة تبريد المسند. ٢- اختيار الزيت المناسب وكذلك ايجات معدل تغذية الزيت الأفضل. ٣- منع اللامحورية من الحدوث. ٤- تحسين الخلوص. ٥- تحسين الظروف التشغيلية.



Photo K-1
- Inner ring of double row tapered roller bearing
- Seizing-up discolors and softens inner ring producing stepped wear at spacing equal to distances between the rollers.
- The cause is poor lubrication.



Photo K-2
- Rollers of double row tapered roller bearing
- Rollers of same bearing as that of the inner ring shown in Photo K-1. Discoloration, spalling, and adhesion due to seizing up on rolling contact surfaces and end faces of rollers.



Photo K-3
- Outer ring of spherical roller bearing
- Stepped wear due to seizing up of raceway surface.
- The cause is poor lubrication.



Photo K-4
- Inner ring of tapered roller bearing
- Large end of the raceway surface and cone back face rib surface are seized up.
- The cause is poor lubrication.

البلي والتآكل بالحك (Fretting and Fretting Corrosion)

Condition	Cause	Solution
Fretting surfaces wear producing red rust colored particles that form hollows. On the raceway surface, dents called false brinelling are formed at spacing equal to distances corresponding to the rolling elements.	If a vibrating load works on contacting elements resulting in small amplitude oscillation, lubricant is driven out from contact, and parts are worn remarkably. Oscillation angle of the bearing is small. Poor lubrication (no lubrication) Fluctuating load Vibration during transportation Vibration, shaft deflection, installation error, loose fit.	(1) Inner ring and outer ring should be packaged separately for transportation. If not separable, bearings should be preloaded. (2) Use oil or high consistency grease when bearings are used for oscillation motion. (3) Change lubricant (4) Fix shaft and housing (5) Improve fit

الحالة	السبب	العلاج
ان الأسطح المتآكلة بالحك تنتج أجزاء صدأ حمراء اللون والتي تكون حفراً. تتكون على سطح ممر المتدحرجات الطعجات بسبب التصليد الخاطئ على مسافات مساوية للمسافة بين العناصر المدحرجة.	اذا كان هناك حمل اهتزازي مسلط على العناصر المتلامسة على فترات دورية قصيرة، فأن الزيت يقاد خارج منطقة التلامس وبالتالي تتآكل الأجزاء على نحو لافت للنظر. زاوية الذبذبة للمسند صغيرة. التزييت سيء (لاوجود للزيت). الحمل المتراوح (المتغير). الأهتزاز اثناء النقل. الأهتزازات وانبعاج المحور والأخطاء في التنصيب وارتخاء التوافق.	١- الحلقات الداخلية والخارجية يجب ان تنقل معزولة. أما اذا كانت غير قابلة للفصل فيجب أن تحمل مسبقاً. ٢- يجب استخدام زيت أو شحم عالي التماسك في جالة العمل فيي ظروف الحركة المتذبذبة. ٣- تغيير الزيت. ٤- تثبيت المحور وغطاء المسند. ٥- تحسين التوافق.



Photo L-1
- Inner ring of cylindrical roller bearing.
- Corrugated fretting along full circumference of raceway.
- The cause is vibration.



Photo L-2
- Inner ring of deep groove ball bearing.
- Fretting along full circumference of raceway.
- The cause is vibration.



Photo L-3
- Outer ring of cylindrical roller bearing
- Fretting rust on outside diameter surface



Photo L-4
- Outer ring of tapered roller bearing
- Fretting rust on the outside diameter surface

التنقير الكهربائي (Electrical Pitting)

Condition	Cause	Solution
Surface is speckled visually and the speckles are clusters of tiny pits when viewed through a microscope. Further development leads to a corrugated surface.	Electric current passes through bearing, and sparks are generated to fuse the raceway surface.	Avoid flow of electric current by averting current with a slip ring or insulation bearing.

الحالة	السبب	العلاج
الأسطح تتبقع بصورة منظورة والبقع عبارة عن عناقيد من النقر الصغيرة عندما تلاحظ من خلال المجهر. تتطور هذه الى سطح مموج.	مرور التيار الكهربائي من خلال المسند فتتكون الشرارة مؤدية الى انصهار وجه ممر المتدحرجات.	يجب تجنب مرور التيار الكهربائي عن طريق تفادي التيار بواسطة الحلقة المنزلقة أو استخدام مسند معزول كهربائياً.

Photo M-1
- Inner ring of cylindrical roller bearing
- Raceway surface is corrugated by electric pitting



Photo M-2
- Rollers of tapered roller bearings
- Electric pitting at middle of rolling contact surfaces

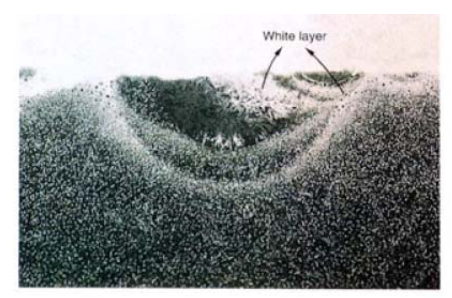
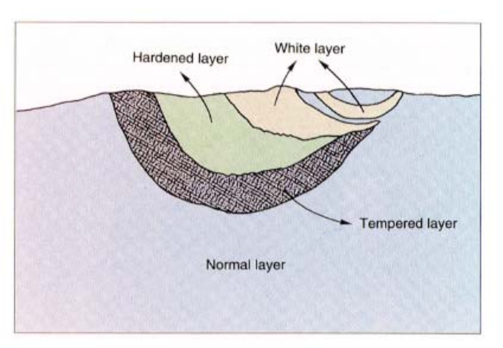


Photo M-3
- Magnified (x400) pitting of roller shown in Photo M-2
- Nital etchant develops a white layer on the cross section



Explanation of magnified photo M-3

ميلان ممر الدحرجة (Rolling Path Skewing)

Condition	Cause	Solution
Rolling element contact path on raceway surface strays or skews.	Deformation or tilt of bearing ring due to poor accuracy of shaft or housing Poor rigidity of shaft or housing Deflection of shaft due to excessive clearance	(1) Improvement in machining accuracy of shaft and housing (2) Improvement in rigidity of shaft and housing (3) Employment of adequate clearance

العلاج	السبب	الحالة
١- تحسين دقة تصنيع المحور و الهاوزنك. ٢- تحسين صلابة معدن المحور والهاوزنك. ٣- استخدام خلوص كافي.	تشوه أو ميلان حلقة المسند بسبب الدقة الضعيفة للمحور او الهاوزنك. الصلابة الضعيفة للمحور أو الهاوزنك. انحراف المحور بسبب الخلوص العالي.	مسار تلامس العناصر المتدحرجة على وجه الممر يتيه أو يميل.



Photo N-1
- Spherical roller bearing
- Contacts on inner ring, outer ring, and rollers are not even.
- The cause is poor mounting.



Photo N-2
- Outer ring of tapered roller bearings
- Contact path on raceway surface strays.
- The cause is poor mounting.

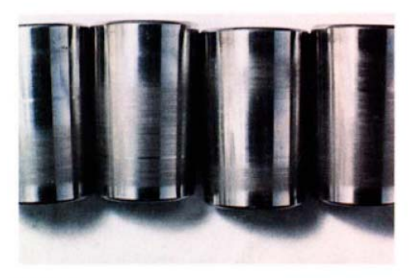


Photo N-3
- Rollers of tapered roller bearing of which outer ring is shown in Photo N-2.
- Contact marks on rolling contact surfaces are not even.

تضرر قفص المتدحرجات (Damage of Retainers)

Condition	Cause	Solution
Breaking of retainer • Wear of pockets or guide • Loosening or breaking of rivet	Excessive moment load High speed spinning or large fluctuation of speed Poor lubrication Trapping of foreign objects Heavy vibration Poor mounting (cocked bearing) Excessive heat (plastic retainer in particular)	(1) Improvement in load conditions (2) Improvement in lubrication system and lubricant (3) Selection of optimum retainer (4) Improvement in handling (5) Study in rigidity of shaft and housing

الحالة	السبب	العلاج
كسر القفص • تآكل الجيوب أو الدليل. • تخفيف أو كسر البرشام.	• عزم تحميل الإضافي. • الدوران بسرعة عالية أو بتراوح عالي في السرعة. • التزييت السيء. • انحصار الأشياء الغريبة. • الأهتزاز العالي. • التركيب الضعيف. • الحرارة العالية	١- تحسين حالة التحميل. ٢- تحسين منظومة التزييت والزيت المستخدم. ٣- اختيار أفضل قفص. ٤- تحسين عملية التعامل. ٥- دراسة صلابة المحور والهاوزنك.



Photo O-1
- Retainer of angular contact ball bearing
- Breakage of machined high tension brass retainer L1
- The cause is poor lubrication.



Photo O-2
- Retainer of spherical roller bearing
- Breakage of partitions between pockets of pressed steel retainer

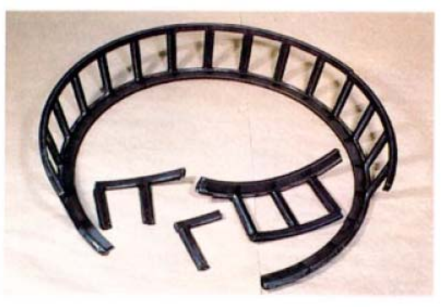


Photo O-3
- Retainer of tapered roller bearing
- Breakage of pockets of pressed steel retainer

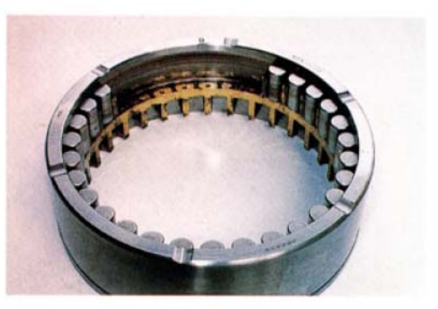


Photo O-4
- Retainer of cylindrical roller bearing
- Breakage of partitions between pockets of machined high tension brass casting retainer L1.

الزحف (Creeping)

Condition	Cause	Solution
Fitting surfaces are glazed or matted, and sometimes spalled as well.	Fitting of inner ring is loose on inner ring drive bearing, and that of the outer ring is loose on outer ring drive bearing. If the housing is made of a light alloy such as aluminum, fit may become loose due to the difference of thermal expansion.	(1) Improvement in fit (2) Improvement in machining accuracy of shaft and housing

الحالة	السبب	العلاج
الأسطح المتلاصقة تبدأ أولاً بالتزجج ثم ينطفئ لمعانها وفي بعض الأحيان تنكسر.	ارتخاء تثبيت الحلقة الداخلية وكذلك بالنسبة للحلقة الخارجية فأنها ترتخي مع الجزء الخارجي للمسند. اذا كان الهاوزنك مصنوعاً من سبيكة خفيفة مثل الألمنيوم فأن التثبيت ممكن أن يرتخي بسبب الفرق في التوسع الحراري.	١- تحسين عملية التثبيت. ٢- تحسين دقة تصنيع المحور والهاوزنك.

قسم الهندسة الميكانيكية / كلية الهندسة / جامعة بغداد أ.م.د. محسن عبدالله الشمري



Photo P-1

- Inner ring of deep groove ball bearing
- Bore wall glazed by creep



Photo P-2

- Inner ring of tapered roller bearing
- Spalling due to creep at the middle of bore wall



Photo P-3

- Inner ring of thrust ball bearing
- Spalling and friction cracking due to creep on bore wall.



Photo P-4

- Inner ring of tapered roller bearing
- Spalling and friction cracking on width surface due to creep
  Crack develeped into a split reaching bore wall.